

Zur Geologie der Flyschzonen zwischen Valle Grande di

Vernante und Valle Gesso (Italienische Meeralpen)

Provinz Cuneo / Piemonte

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT

der

FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

von

Peter - Christoph S c h e r l e r

Berlin

1962

1963

Druck:

Ernst - Reuter - Gesellschaft
der Förderer und Freunde der Freien Universität e.V.

Dissertations - Druckstelle

Berlin-Dahlem, Garystr. 45, Tel.: 76 52 61, App. 668

Zur Geologie der Flyschzonen zwischen Valle Grande di

Vernante und Valle Gesso (Italienische Meeralpen)

Provinz Cuneo / Piemonte

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

MATHEMATISCH - NATURWISSENSCHAFTLICHEN FAKULTÄT

der

FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

von

Peter - Christoph S c h e r l e r

Berlin

1962



1. Referent: Prof. Dr. M. Richter
2. Referent: Prof. Dr. K. R. Mehnert

Tag der mündlichen Prüfung: 28.1.1963

Tag der Promotion: 24. 2.1963

Gedruckt mit Genehmigung der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Freien Universität Berlin

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. Vorwort	7
B. Einleitung	
I. Geographische Lage und Umgrenzung des Arbeitsgebietes.....	9
II. Geologische Übersicht und Problemstellung..	11
III. Historischer Rückblick	15
C. Stratigraphie und Tektonik	
I. Die autochthon-parautochthone Sedimentbe- deckung des Mercantourmassivs.....	22
a. Oberjura.....	22
b. Geschiefernte Kreidekalke.....	24
c. Eozän-Flysch: Basisserie.....	29
1. Nummulitenkalk.....	30
2. Mergel - Sandstein - Serie.....	33
II. Die parautochthone Einheit des Colle di Tenda s.l. (Subbriançonnais - Schuppenzone)	39
a. Trias.....	41
1. Quarzite (Untertrias).....	41
2. Rauchwacken, Dolomite und dolomitische Kalke (Mitteltrias).....	42
3. Bunte, sandige Schiefer (Rät).....	44
b. Jura.....	45
1. Kalkserie des Lias - Rät.....	45
2. Mittel - Oberjurakalke und -dolomite.	48
c. Kreide.....	56
1. Echinodermenkalke.....	58
2. Sandkalke	59
3. Schiefer und Kalke	59
4. Gebankte Kalke.....	60

d. Eozän - Flysch: Tendapaß-Serie	
(Subbriançonnaisflysch).....	64
1. Transgressionskonglomerat.....	68
2. Nummulitenkalk.....	73
3. Schiefer - Sandstein - Serie	
(Flysch noir s.str.)	77

III. Die parautochthone Einheit der Zone des	
Briançonnais	84
a. Trias	85
1. Phyllite (Trias / Perm)	86
2. Quarzite (Untertrias)	87
3. Dolomite, Kalke und Diploporenkalk-	
Schuppe (Mittel - Obertrias)	88
4. Rauchwacken (Mitteltrias)	90
b. Jura	91
Oberjurakalke (Guillestrefazies).....	91
c. Kreide.....	92
Oberkreidekalkmergel (marbres en	
plaquettes).....	92
d. Eozän - Flysch: Albengaserie.....	
Die Sandsteineinschaltungen in der	
Albengaserie.....	

D. Tektonische Synthese

I. Die autochthon - parautochthone Sedimentbe-	
deckung des Mercantourmassivs.....	
II. Die parautochthone Schuppenzone des	
Subbriançonnais (Einheit des Colle di	
Tenda s.l.)	
III. Zum Problem des Oberkreideflysch	
IV. Die parautochthone Einheit der Zone des	
Briançonnais	120

E. Quartäre Bildungen und morphologische Übersicht.	123
I. Quartäre Bildungen	123

	Seite
II. Morphologische Übersicht.....	125
F. Zusammenfassung	127
G. Riassunto.....	131
H. Literaturverzeichnis.....	135

Anlage: 1 Geol.Karte 1 Profil

A. Vorwort

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis einer 15 monatigen Kartierung eines Teils des schmalen Flyschstranges zwischen Colle di Tenda und Colle Maddalena (Italienische Meeralpen), der die Verbindung der beiden großen Flyschgebiete von San Remo - Alassio und Ubaye - Embrunais darstellt.

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Max Richter, der den Bau der Ligurischen Alpen und damit das große Flyschgebiet von San Remo - Alassio bearbeitet hat, möchte ich an dieser Stelle für die Anregung zur Untersuchung dieses Gebietes, seine vielseitige Unterstützung und wertvolle Beratung im Gelände und im Geologischen Institut meinen aufrichtigen Dank aussprechen.

Herrn Professor Dr. Karl Richard Mehnert danke ich für die Beratung bei petrographischen Fragen im Mineralogischen Institut.

Für die Bestimmung von Fossil - Dünnschliffen bin ich Herrn Dr. H. Magn (München) zu großem Dank verpflichtet.

Bei Geländebegehungen und bei der Auswertung der Dünnschliffe unterstützten mich in sehr entgegenkommender Weise die Herren Dr. K.-J. Reutter (Berlin), Dr. C.W. Sames (Berlin) und Dott. B. Franceschetti (Turin) sowie Signorina Dott.^{sa} L. Zappi (Turin). Ihnen gilt mein herzlichster Dank.

B. Einleitung

I. Geographische Lage und Umgrenzung des Arbeitsgebietes

Das Kartierungsgebiet liegt in den Italienischen Meeralpen, d.h. zwischen den Ligurischen- und den Cottischen Alpen, dicht an der italienisch - französischen Grenze zwischen



Abb. 1 Lage des Kartierungsgebietes

Vernante, Valdieri und Entracque. Diese Orte gehören zur piemontesischen Provinz Cuneo und liegen der Reihenfolge nach im Valle Vermenagna, Valle Gesso und Valle Gesso di Entracque nördlich der Wasserscheide zwischen Poebene und Mittelmeer. Im Vermenagnatal verläuft die Straße Cuneo - Ventimiglia über den Colle di Tenda (1.908 m). Dieser Paß, der auf der Hauptwasserscheide liegt, ist seit 1946 Grenzpaß zwischen Italien und Frankreich. Er ist für Straße und Eisenbahn zweifach untertunnelt. Der Straßentunnel liegt auf 1.331 m und ist etwa 4 km lang. Die gegen Kriegsende zerstörte Eisenbahnlinie Turin - Ventimiglia über Cuneo ist nur bis Limone-Piemonte südlich von Vernante im Vermenagnatal wieder instand gesetzt worden. Neuerdings sind Bestrebungen im Gange, auch den Rest der Strecke, der hauptsächlich durch französisches Gebiet verläuft, wieder in Betrieb zu nehmen.

Die SE-Grenze des Arbeitsgebietes bildet der bei Vernante in den Torrente Vermenagna mündende Rio Val Grande, womit der Anschluß an die Geländeaufnahmen meines Kollegen D. RAATZ hergestellt ist.

Die SW-liche Gebietsgrenze liegt auf der NE-lichen Talflanke des Torrente Gesso di Entracque und des Torrente Bousset, einem Nebenfluß desselben. Im NW ist die Grenze des Kartierungsgebietes durch den Fiume Gesso gegeben, und im NE verläuft sie zwischen Gessotal und Valle Grande über das Valle Brignola, die Serra Sariundo, das Valle Bralungia und den Monte Bianco bei Vernante.

Die zahlreichen Bäche und Flüsse des Arbeitsgebietes entwässern zum Fiume Gesso, der bei Cuneo in die Stura di Demonte mündet. Damit gehören sie zum äußersten SW-lichen Einzugsbereich des Po.

Die Staatsgrenze verläuft etwa 5 km S-lich des Arbeitsgebietes auf der Wasserscheide zwischen dem Flußsystem des Gesso und dem der Roya bzw. des Var. Diese Flüsse münden in das Mittelmeer. Die höchste Erhebung des Gebietes bildet der Monte Bussaia mit 2.451 m. Da das Gessotal auf etwa 700 m liegt, ergibt sich ein maximaler Höhenunterschied

von 1.750 m. Der überwiegende Teil des Kartierungsgeländes liegt jedoch zwischen 1000 und 2000 m.

Die Aufschlußverhältnisse sind von dem geologischen Untergrund abhängig, d.h. am besten sind die sehr mächtigen, zerklüfteten und marmorisierten Malmkalke der Subbriançonnais-Schuppenzone sowie des Mercantourmassivs aufgeschlossen, die auch gleichzeitig die höchsten Erhebungen bilden. Die dazwischenliegenden und angrenzenden Flyschzonen sind dagegen meist stark bewachsen und haben in den höheren Lagen Almbewirtschaftung. Alpenrosen und niederes Strauchwerk herrschen neben den Weideflächen vor. Zwischen durch sind jedoch teilweise noch gute Aufschlüsse vorhanden. Anders ist es allerdings in dem verhältnismäßig am niedrigsten gelegenen Gebietsteil parallel zur NE-Grenze des Arbeitsgeländes. Buchen und Wacholdergestrüpp bilden hier nahezu unbegehbare Niederwälder. Dazu kommen die landwirtschaftliche Nutzung und die in der Nähe der Dörfer gelegenen Edelkastanienwälder.

Als topographische Unterlagen für die Kartierung dienten die Blätter *L i m o n e - P i e m o n t e*, *B o v e s*, *E n t r a c q u e* und *V a l d i e r i* des Instituto geografico militare d'Italia im Maßstab 1 : 25.000, die in den Jahren 1901 und 1902 aufgenommen wurden.

II. Geologische Übersicht und Problemstellung

Das Verbindungsglied zwischen den beiden großen Flyschgebieten von Sanremo - Alassio und dem Embrunais - Ubaye bildet der schmale Flyschstrang zwischen Colle di Tenda und Colle Maddalena (Col de Larche). Er liegt zwischen den jungpaläozoisch-mesozoischen Gesteinen der penninischen Zone des Briançonnais und der Sedimentbedeckung des helvetischen Argentera - Mercantour - Massivs. Zwischen beiden erstreckt sich die Zone des Subbriançonnais mit ihrem Flysch.

Briançonnais- und Subbriançonnaiszone gehören nach R. TRÜMPY (1960) dem mittelpenninischen Bereich an und bilden eine Schwelle mit instabilen, horstartigen Strukturen

zwischen dem nordpenninischen, wallisischen Bündnerschiefer-trog und dem südpenninischen, piemontesischen Schistes-lustrés-Trog, die beide Eugeosynklinalen darstellen. Die Briançonnaiszone s.l. ist dagegen eine Miogeosynklinale. Der nordpenninischen Valaistrog setzt sich nur etwa bis zum Arctal fort; südlich davon fehlt er. Nach M. RICHTER (1961) liegt jedoch die Schwellenfazies des Briançonnais als "Außenpenninikum" zwischen dem Helvetikum (in Dauphinéfazies) und dem Innenpenninikum mit Schistes lustrés, wobei sie die Scheitelung des Westalpenbogens bildet.

Das Argentera- Mercantour-Massiv befindet sich im Bereich der helvetischen Miogeosynklinale, in den subalpinen Ketten der Dauphiné, und gehört zu den autochthonen, variszischen Außenmassiven der Westalpen. Im Arbeitsgebiet sind nur die Faziesbereiche der Dauphiné und des Subbriançonnais bzw. Briançonnais vorhanden.

Der schmale Flyschstrang hat eine Länge von etwa 60 km und ist 3 bis 8 km breit. Im NW jenseits des Colle Maddalena verbreitert sich die Flyschzone stark und geht in das große Flyschgebiet des Embrunais und Ubaye über. Im SE des Colle di Tenda schließt sich das Flyschgebiet von Sanremo-Alassio, das sich trompetenartig von 3 bis schließlich auf 60 km Breite erweitert, an. Diese in ihrer Verbreiterung enorm divergierenden Verhältnisse bestätigen sich in einem intensiven Schuppenbau innerhalb der schmalen, verbindenden Flyschzone. Die Stratigraphie ist dadurch nur unvollständig entwickelt, und die einzelnen Serien sind viel geringmächtiger als jenseits der beiden Pässe. Infolge der starken Schuppentektonik und der damit verbundenen intensiven Durchbewegung des Gesteins sind nur wenige Fossilien erhalten geblieben. Außer dem sehr mächtigen Oberkreideflyschkomplex der Flyschzone von Sanremo-Alassio konnten alle von M. RICHTER (1959-61) aufgestellten Eozänflyschserien dieser Zone im Arbeitsgebiet wiedererkannt werden. Es ist zu vermuten, daß die Verbindungszone der Flyschgebiete schon während der Sedimenta-

tion viel schmaler war als das breite italienische bzw. französische Flyschgebiet, denn schon im Nachbargebiet, das D. RAATZ bearbeitete, ist der Oberkreideflysch, wenn auch stark verschuppt, ebenfalls vorhanden. Der am wenigsten gestörte Teil ist die autochthon-parautochthone Sedimentbedeckung des Mercantourmassivs. Der mittlere Teil, der dem Subbriançonnaisbereich angehört, ist längs einer etliche Kilometer langen Schuppenbahn auf den autochthon-parautochthonen Teil aufgeschoben. Der Kontakt zwischen Subbriançonnais- und Briançonnaiszone ist gleichfalls tektonisch, ebenso der Kontakt des Briançonnaisflysch bzw. der Albengaserie und der Oberkreidekalkmergel zu den mesozoischen Gesteinen der Briançonnaiszone.

Das Arbeitsgebiet zerfällt geologisch in drei Teile: Im SW liegt die Mercantourmassivbedeckung, in der Mitte die Subbriançonnais-Schuppenzone und im NE die Zone des Briançonnais. Zwischen der mesozoischen Sedimentbedeckung des Mercantourmassivs, die nach A. FAURE-MURET und G. SUTER 1949 autochthon bis parautochthon ist, und der Schuppenzone des Subbriançonnais liegt die normal transgressiv den mesozoischen Gesteinen aufliegende Basisserie des Eozäns, die M. RICHTER (1959) für das Flyschgebiet von Sanremo-Allassio aufgestellt hat. Sie beginnt mit einem Nummulitenkalk, der im Arbeitsgebiet transgressiv auf Oberjura- und Kreidekalcken der Mercantourmassivbedeckung liegt und im Hangenden in eine Serie von Sandsteinen (Grès d'Annot) mit Mergelzwischenlagen übergeht. Dies ist die einzige Flyschserie, die sich von Ventimiglia bis in das französische Flyschgebiet verfolgen läßt.

In der mittleren Zone erstreckt sich die Schuppe des Mt. Bussaia-R^{ca}. Vanciarampi, die bedeutendste und längste des ganzen Flyschstranges zwischen Colle di Tenda und Colle Maddalena. Sie setzt sich nach SW über die Becs Matlas und Baral und den Colle di Tenda zur Cima Pepino fort. In nordwestlicher Richtung bildet sie die Cima Pissousa und die Cima Saben, die zwischen Gesso- und Sturatal liegen.

Die Schuppe hat somit eine Länge von über 30 km und besteht in der Hauptsache aus Malmkalken in Subbriançonnaisfazies. Auf diese legen sich normal transgressiv Kreidekalke und schließlich der eozäne Subbriançonnaisflysch (Tendapaß-Serie). Beide sind in einer Doppelmulde zwischen den im wesentlichen aus Jurakalken bestehenden Ketten des Mte. Bussaia - R^{ca}. Vanciarampi und Mte. Sapè - Mte. Cologne aufgeschlossen. Auf die zuletzt genannte Kette folgt wiederum der Subbriançonnaisflysch. Die Kreidekalke, die in der Doppelmulde unter dem Flysch noir s.str. liegen, fehlen im Hangenden der Sapè-Schuppe jedoch völlig.

Dieser Subbriançonnaisflysch wird von Oberkreidekalkmergeln und -kalken, auf denen wiederum ein eozäner Flysch, die Albengaserie, liegt, tektonisch überlagert. Letztere gehören schon der Zone des Briançonnais an, deren jurassisch-triassische Gesteine ebenfalls einen tektonischen Kontakt zu den Oberkreidekalk- bzw. Eozänflyschserien bilden. Ursprünglich waren die Kontakte hier am Rand der Briançonnaiszone vermutlich normal transgressiv, wie es noch im ligurischen Flyschgebiet der Fall ist (M. RICHTER 1959). Durch die starke Einengung und die damit erfolgte Verschuppung ist es jedoch im Arbeitsgebiet zur tektonischen Überprägung der Kontakte gekommen. Die Albengaserie wird im Arbeitsgebiet von Sandkalken und Schiefern gebildet, in die einzelne sehr mächtige Linsen von grobkörnigen Sandsteinen eingeschaltet sind. Die Subbriançonnais- und Briançonnaiszone sind im Kartierungsgebiet als parautochthon anzusehen.

Das Hauptinteresse dieser Arbeit lag bei der Betrachtung des Flysch. Die von M. RICHTER (1959-61) im Gebiet von Sanremo-Alassio neu aufgestellte Flyschstratigraphie und die daraus resultierenden verschiedenen Flyschserien sollten in dem schmalen Flyschstrang hinein weiterverfolgt bzw. mit neu auftretenden korreliert werden, um somit den Anschluß an das Flyschgebiet des Embrunais und Ubaye zu gewinnen.

Als geologische Unterlagen für die Kartierung dienten die Blätter *D e m o n t e* und *B o v e s* der Carta Geologica d'Italia im Maßstab 1 : 100 000, die der Reihenfolge nach 1933 und 1934 erschienen sind und von S.FRANCHI und D.ZACCAGNA aufgenommen wurden. Von den angrenzenden Gebieten standen außerdem zur Verfügung: eine geologische Karte des Flyschgebietes von Sanremo - Alassio im Maßstab 1 : 100 000 von M. RICHTER (1959-60), eine geologische Karte des Gebietes zwischen Stura- und Gessotal im Maßstab 1 : 15 000 von R. MALARODA (1957) und eine geologische Übersichtskarte der französisch-italienischen Meeralpen von M. LANTEAUME (1958).

III. Historischer Rückblick

Einer der ersten geologischen Hinweise auf das Gebiet stammt von L. PARETO (1846) in seiner Arbeit über die Geologie von "Liguria marittima".

D. ZACCAGNA (1887) zeigt in einer geologischen Übersichtskarte eine für das Gebiet nicht zutreffende zu große Verbreitung von Triaskalken.

Die Hauptarbeiten, in denen das Arbeitsgebiet erwähnt wird, befassen sich in erster Linie mit dem Bau der Zone des Briançonnais und den mesozoischen Gesteinen der Gegend. Die einzige Arbeit, die sich mit dem Kartierungsgebiet ausführlicher beschäftigt, stammt von S. FRANCHI (1894). Hier werden jedoch nur das Tithon und die Kreide genauer behandelt. Der Flysch wird einheitlich als "Nummulitico" bezeichnet und lediglich im "Nummulitico inferiore" (Nummulitenkalk) und "Nummulitico superiore" unterteilt. Die Überschiebung der Subbriançonnaiszone auf die autochthone Sedimentbedeckung des Mercantourmassivs wird in dieser Arbeit angezeigt und als "linea Colle di Tenda - Argentera" bezeichnet. Auch wird auf die Kreide-Eozänmulden innerhalb der Jurakalkketten des Mte. Bussaia und Mte. Sapè hingewiesen und der Lias "a Gryphaea arcuata LMK. ed Arietites bisulcatus BRUG." unter den Tithonkalken der Mte. Bussaia - R^{ca}. Vanciarampi-Kette ausgeschieden. Nach S. FRANCHI (1894) handelt es sich bei den verschupp-

ten Lias- und Triasaufschlüssen innerhalb der Oberjurakalkketten der Subbriançonnaiszone um z.T. "komplette" Antiklinalen. In den von L. BALDACCI und S. FRANCHI (1900) beschriebenen Tunnelprofilen des Colle di Tenda kommt die Subbriançonnaisüberschiebung auf das Autochthon des Mercantourmassivs klar zum Ausdruck.

1906 spricht FRANCHI in seiner Arbeit "Sulla tettonica della zona del Piemonte" von einer weitgehenden Autochthonie der Kottischen Alpen, da man dort nur Verschuppungs- und keine Deckenüberschiebungsstrukturen erkennen soll. Auch vertrat er den klassischen Fächerbau der Briançonnaiszone. Im gleichen Jahr erschien von FRANCHI eine Arbeit, die sich eingehend mit der Zone "delle pietre verdi" befaßt. Darin werden jedoch auch die Eozänkonglomerate der Flyschmulden des "imbrizierenden Schuppenbau" zeigenden Höhenrückens zwischen Gesso- und Sturatal erwähnt, deren Gerölle von Porphyren des Mercantourmassivs stammen sollen, die bei der Rocca dell'Abisso zu finden wären. Dadurch käme eine Hebung des Massivs zum Ausdruck.

A. ROCCATI schreibt jedoch schon 1909, daß an der Rocca dell' Abisso keine Porphyre im Mercantourmassiv vorkommen.

J. BOUSSAC (1910) beschreibt kurz die Nammulitenkalke östlich und südöstlich des Mercantourmassivs und unterscheidet dort drei Transgressionszonen. 1910 erschien ebenfalls von BOUSSAC eine Arbeit, in der er einen Deckenbau in den italienischen Meeralpen annimmt, der durch das "Fenster von Castelvecchio" zum Ausdruck kommen solle.

E. ARGAND (1916) und R. STAUB (1928) vertraten ebenfalls die Ansicht, daß es sich bei der Briançonnaiszone um einen großartigen Deckenbau handelt. Durch die Verbindung des Briançonnaisfächers in der Tiefe mit dem Doramaira-Massiv entstand die "Decke des großen St. Bernhard", die in die von STAUB später geschaffene "Mischabel-Decke" aufging. In den Jahren 1926 und 1927 erschienen von S.FRANCHI

zwei Arbeiten, die sich mit tektonisch-stratigraphischen Spezialproblemen des Arbeitsgebietes bzw. mehr des sich nordwestlich anschließenden Areals befassen. FRANCHI weist in den Ausführungen von 1927 zum ersten Mal auf eine enorme Tauchfalte der Kreidekalke der Mercantourmassivbedeckung bei Valdieri hin. Die "zona del Colle di Tenda" entspräche mit ihren "verschuppten Falten" der Fortsetzung der Serien, die sich zwischen die beiden "Decken des Embrunais und des Briançonnais" der französischen Geologen einschalten, und ihre Westgrenze wäre die "linea Tenda-Argentera", eine Überschiebungsbahn. Auch soll in der Achse des Gessotales eine mächtige Störung verlaufen, die die Gesteinsserien des linken zu denen des rechten Gessoufers um über 1 km gegeneinander versetzt. Schließlich erwähnt FRANCHI die "in Form von Klippen" innerhalb der Jura- und Kreideaufschlüsse auftretenden "prämesozoischen" Gesteine von Tetto della Reina. 1929 beschreibt S. FRANCHI die Fortsetzung der überkippt liegenden Nummulitenkalksynklinale (Tauchfalte) von Valdieri im Valle Gesso zum Valle Stura di Cuneo. Hier würde ein Schub von S nach N zum Ausdruck kommen, der im Gegensatz zur Überschiebungsrichtung der "zona del Colle di Tenda" steht.

In zwei Publikationen ebenfalls von 1929 lehnt FRANCHI die Decken des Mte. Rosa und die des großen St. Bernhard ab und setzt sich für ein eozänes und nicht oligozänes Alter des Grès d'Annot ein.

In seiner Arbeit "Liguria Geologica" schließt sich G. ROVERETO (1939) dem Deckenbaugedanken der Westalpen, wenn auch in abgewandelter Form, an. Die "Falda del Gran San Bernardo" soll in den Ligurischen Alpen im W den Flysch überschoben haben und im E unter die calcescisti (schistes lustrés) abtauchen.

R. STAUB gibt in seinen "Gedanken über den Bau der Westalpen zwischen Bernina und Mittelmeer", die 1937 und 1942 erschienen sind, einen umfassenden Überblick über die Problematik und die großen geologischen Zusammenhänge dieses Teils der Alpen.

Nach A. FAURE-MURET und G. SUTER (1949) ist es entlang des NE-Kontaktes der Mercantourmassivgneise zu der Sedi-menthülle des Massivs zwischen Ponte Bernardo (im Sturatal) und dem W-Hang des Mte. Garbella im Süden des Arbeitsgebietes zu Loslösungen und Abscherungen gekommen, wodurch die Sedimentbedeckung nicht mehr als rein autochthon angesehen werden kann.

Die direkt an das Kartierungsgebiet anschließende Zone des Briançonnais wurde 1951 von S. CONTI und G. ROVERETO neu bearbeitet, wobei das Hauptinteresse auf der Untersuchung der kristallinen Gesteine der Gruppe des Mte. Besimauda lag. Der Deckenrand der "Falda del Gran San Bernardo" verläuft auf der geologischen Übersichtskarte von CONTI und ROVERETO entlang des Kontaktes der triassischen Gesteine zu den Jurakalken des "Parautoctono del Argentera" bzw. zum "Neoautoctono" oder Eozän (Flysch) zwischen dem Valle Gesso bei Brignola und dem Valle Vermenagna bei Limone-Piemonte.

Das Mercantourmassiv mit seiner Sedimentbedeckung wurde von A. FAURE-MURET (1955) sehr ausführlich beschrieben; allerdings fast ausschließlich nur der französische Teil.

A. ASCHERI (1955) bearbeitete das Gebiet zwischen Roaschia, Entracque und Valdieri. Seiner Darstellung nach besteht die Tauchfalte des Mte. Corno aus Gesteinen des Dogger-Malm in Dauphinéfazies und liegt "allochthon" als "Decke" auf den Mittel-Oberjurakalken der Zone des Subbriançonnais, die sich angeblich unter der "Decke" bis etwa zum Tal des Gesso d'Entracque fortsetzt. Dort soll nach ASCHERI auch eine große Überschiebungslinie liegen und das südwestlich sich daran anschließende Gebiet "autochthon" sein. Die klare Subbriançonnaisüberschiebung entlang der "linea Tenda-Argentera" von S. FRANCHI wird unverständlicherweise abgelehnt, und die für die Ausbildung der Tauchfalte wichtigen Nummulitenkalke unterhalb des Mte. Corno am rechten Gessoufer sind nicht verzeichnet.

In der nordwestlichen Fortsetzung des Arbeitsgebietes wurde der Gebirgskamm zwischen Gesso- und Sturatal von

R. MALARODA (1957) neu kartiert und ausführlich beschrieben, wobei sich eine Vielzahl von neuen stratigraphischen und tektonischen Gesichtspunkten ergab. R. MALARODA unterteilt die Zone in 4 Komplexe, die sich faziell und tektonisch voneinander unterscheiden.

Die französischen Geologen P. FALLOT, A. FAURE-MURET, PH. KUENEN und M. LANTEAUME, die sich in den Jahren 1955 bis 58 mit dem westligurischen Flyschgebiet beschäftigten, veröffentlichten eine Reihe von interessanten Arbeiten, die sich jedoch hauptsächlich auf Teilgebiete und -probleme dieser Flyschzone beschränkten. Aus den von FAURE-MURET und P. FALLOT (1956) neu bearbeiteten Tunnelprofilen des Colle di Tenda geht hervor, daß die Subbriançonnaiszone ("Unité du Col de Tende s.l.") etwa 6-8 km auf die autochthone Basisserie aufgeschoben worden ist.

In seiner zusammenfassenden Arbeit spricht M. LANTEAUME (1958) von einem Deckenbau sowohl des Oberkreideflysch ("Nappe du Flysch à Helminthoides") als auch der später von M. RICHTER (1959) aufgestellten autocnthonen Albengaserie ("Unité d'origine indéterminée avec des schistes grèsocalcaires, intercallée entre la Nappe du Flysch à Helminthoides et les unités briançonnaises"). Die Helminthoidenflyschdecke holt er von NE aus dem Ultrapenninikum. Sie soll die Briançonnaiszone überschoben haben, woraus sich eine Schubweite von etwa 100 km ergäbe.

Die Basisserie (Grès d'Annot) hat nach M. LANTEAUME oligozänes Alter, was M. RICHTER, der Eozän festgestellt hat, nicht bestätigen konnte. Zwischen die Basisserie und die "Helminthoidenflyschdecke" soll sich nach M. LANTEAUME eine "Klippenzone" einschalten, die sich angeblich vom Colle Arpiola (westlich Limone-Piemonte) bis Bajardo (10 km nordwestlich Sanremo) erstreckt.

Auch neuerdings wird die "Decke des Großen St. Bernhard", deren Fortsetzung die Briançonnaiszone darstellt, von mehreren italienischen und französischen Geologen angenommen. Erst in jüngster Zeit konnte M. RICHTER den Deckenbaugedanken für die Ligurischen Alpen widerlegen. In dem

ersten Teil seiner Arbeit "Über den Bau der Ligurischen Alpen", der das "Fenster von Castelveccchio" behandelt, wies M. RICHTER (1959) darauf hin, daß es sich hierbei nicht um ein Fenster, sondern um eine, wenn auch stark verschuppte Mulde von Eozänflysch (Albengaserie) innerhalb der Briançonnaiszone handelt. Auch im SW der Mulde von Castelveccchio liegt der Eozänflysch, der von M. RICHTER als Albengaserie bezeichnet wurde, mit normalem Transgressionskontakt, der z.T. durch Konglomerate angezeigt wird, auf den älteren Gesteinen der Briançonnaiszone. Somit stellt die Albengaserie entgegen der Ansicht von M. LANTEAUME (1958) das jüngste autochthone Schichtglied der Zone des Briançonnais in den Ligurischen Alpen dar. Durch diese neuen Gegebenheiten bleibt nach M. RICHTER für einen Deckenbau des ligurischen Mesozoikums und Jungpaläozoikums kein Raum mehr.

Die Briançonnaiszone ist nach M. RICHTER nordpenninisch bzw. wird als "Außenpenninikum" im Gegensatz zum "Innenpenninikum" der Schistes lustrés bezeichnet. Sie stellt eine autochthone Schwellenzone zwischen Helvetikum (in Dauphiné-Fazies) und Innenpenninikum dar.

Die aus Permocarbon bestehende achsiale Mittelzone des Briançonnaisfächers streicht nach M. RICHTER bei Savona in die Tyrrhenis, während der Vergenzscheitel bei Upega in die westligurische Flyschzone eintritt und diese diagonal nach SE durchzieht.

Die Teile 2. und 3. der Arbeit von M. RICHTER (1960/61) "Über den Bau der Ligurischen Alpen" befassen sich in erster Linie mit dem Flyschgebiet von Sanremo-Alassio und behandeln ausführlich dessen Stratigraphie und Tektonik. Nach M. RICHTER (1960/61) gliedert sich dort der Flysch in der Hauptsache in drei Zonen. Im Westen liegt die eozäne Basisserie. Sie gehört zur autochthonen Sedimentbedeckung des Mercantourmassivs. Im N bzw. NE erstreckt sich die transgressiv auf der Briançonnaiszone liegende Albengaserie. Diese gehört ebenfalls ins Eozän. Zwischen beiden Eozänserien verläuft schließlich in NW-SE-Richtung eine

sehr mächtige Zone von Oberkreideflysch, dessen Basis von der Buntschieferserie gebildet wird. Auch diese Flyschserie ist nach M. RICHTER weitgehend autochthon. Durch die gegenseitige Annäherung des Mercantourmassivs und der Briançonnaiszone in der Tiefe ist es jedoch zu einem Fächerbau in der beidseitig von Eozänflysch umgebenen Oberkreideflyschzone gekommen. Dabei wurde der Oberkreideflysch sowohl auf die Basisserie im W als auch auf die Albengaserie im NE aufgeschoben und liegt heute nach Art einer "Autochthonen Klippe" randlich auf beiden Eozänflyschserien.

Nach M. RICHTER bestehen enge Beziehungen zwischen dem Flysch der Ligurischen Alpen und dem Flysch des Embrunais und Ubaye. Es wird vorgeschlagen, nur noch den Subbriançonnaisflysch als "Flysch noir" zu bezeichnen (Flysch noir s.str.).

Bei der von M. LANTEAUME (1958) aufgestellten "Zone der Klippen, die sich unter der Front der Helminthoidenflyschdecke einschalten soll", handelt es sich nach M. RICHTER (1961) um Schuppen und Gleitbretter im Hangenden der Basisserie. Stellungsmäßig ist der Oberkreideflysch nach M. RICHTER als nordpenninisch zu bezeichnen; er ist am Außenrand der Briançonnaiszone, d.h. zwischen dieser und der Dauphiné-Fazies sedimentiert worden.

In dem Gebiet zwischen Pietraporzio und Bersezio am NE-Hang des oberen Tales der Stura di Demonte hat B. FRANCESCHIETTI (1959/60) neue tektonische und stratigraphische Beobachtungen gemacht.

L. ZAPPI (1960) stellte eine mikropaläontologische Gliederung der Subbriançonnaiskreide im oberen Valle Grande auf. Danach tritt dort über dem Neokom Oberkreide auf.

A. GUILLEAUME (1960) erwähnt das Gebiet zwischen Vermenagnatal und Valle Grande in einer kurzen Notiz. Die neuen Gedanken darin werden jedoch nicht weiter ausgeführt.

C. Stratigraphie und Tektonik

I. Die autochthon-parautochthone Sedimentbedeckung des Mercantourmassivs

Für die vorliegende Arbeit kommen die Oberjura- und Kreidekalke des NE-Hanges des Vallone Bousset in Betracht, da die Nummulitenkalke der Basisserie mit Transgressionskontakt auf diesen aufrufen. Nach A. FAURE-MURET und G. SUTER (1949) ist es am Kontakt der Gneise des Mercantourmassivs zu den mesozoischen Serien, mit denen die Sedimentbedeckung in der näheren Umgebung des Arbeitsgebietes beginnt, zu Abscherungen gekommen, so daß der Kontakt tektonisch ist. Die Sedimentbedeckung ist bis zum Niveau der Trias vom Sturatal bis SW unterhalb des Mte. Garbella infolge der Hebung des Massivs von den Gneisen losgelöst worden. Somit kann man nicht mehr von eigentlicher Autochthonie sprechen, sondern besser von autochthon-parautochthoner Sedimentbedeckung.

a. Oberjura

Der Oberjura liegt in Form von sehr hell anwitternden, grauen Kalken vor, die größtenteils stark dolomitisch sind, wobei sie dann meist gelbliche Tönungen aufweisen. Teilweise treten auch kieselige Partien auf. Die Kalke sind - typisch für ihre Riffazies - sehr dick gebankt, so daß man eine Schichtung kaum erkennen kann. Im Liegenden werden die Kalke und Dolomite dünnbankiger, wobei es sich vermutlich schon um mittleren bis unteren Jura handelt. Infolge ihrer Sprödigkeit sind sie stellenweise durch die tektonische Beanspruchung stark zerklüftet. Im Vallone degli Alberghi sind die Kalke im Flußeinschnitt mit zahlreichen Klüften durchsetzt, in denen später Calzit auskristallisierte.

Der Fossilinhalt beschränkt sich hauptsächlich auf Crinoidenreste wie Pentacrinusstielglieder, die an manchen Stellen sehr zahlreich auftreten. Daneben treten vereinzelt Nerineen und unbestimmbare Ammonitenreste auf.

Die Jurakalke und -dolomite liegen ganz im S des Arbeitsgebietes, d.h. am W-Hang der Kette Mte. Garbella - Mte. Colombo, direkt auf den Gneisen des Mercantourmassivs, ohne die sonst verbreitete Zwischenschaltung von Perm und Trias.

Der Kontakt zum Kristallin ist nach A. FAURE-MURET und G. SUTER (1949) tektonisch. Weiter nordwestlich treten dann auch wieder Triasdolomite zwischen Gneis und Jura auf.

Die Oberjurakalke fallen durchschnittlich mit $50 - 60^{\circ}$ nach NE ein. Typisch für die dickgebankten Kalke sind die durch sie gebildeten Steilwände wie am Mte. Colombo, am Mte. Garbella und an der dazwischen sich erstreckenden Costa Garbella. Dieser Gebirgskamm liegt zwischen 2.200 und 2.300 m Höhe.

In nordwestlicher Richtung setzen sich die Oberjurakalke und -dolomite bis zur Caire di Porcera (1.818 m), östlich oberhalb von Trinità, fort und bilden die steile rechte Talflanke des oberen Vallone Boussets. Ab der Höhe 1.823 m schalten sich über dem Oberjura schon die allmählich nach NW immer mächtiger werdenden geschieferten Kreidekalke ein.

Die untersten Steilstufen am NE-Hang des Vallone Bousset von Trinità (Caire dell'Uglia 1.459 m) bis Entracque (Mte. Lausa 1.377 m) gehören vermutlich auch dem Jura an, obwohl sie im Blatt Demonte der Carta Geologica d'Italia als Kreide eingetragen sind. Es handelt sich nämlich um die Fortsetzung der Caire di Porcera (1.818 m). Hier wie dort sind es dick gebankte, helle z.T. kieselige Kalke, die stellenweise Hornsteinlagen führen. Sie unterscheiden sich deutlich von den geschieferten Kreidekalken und sind von diesen durch eine dunkle, schiefrig-mergelige Lage getrennt (untere Kreide?).

Die Jurafelsen überqueren in südöstlicher Richtung vom Mte. Colombo das Vallone degli Alberghi zum Mte. Ciotto Mien und setzen sich schließlich über die Punta Bussaia bis in das mächtige Kreidegebiet südlich des Colle di Tenda

fort. Im Vallone degli Alberghi schalten sich dann schon Quarzite der unteren Trias und permische Gesteine (Verrucano), die die R^{ca}. dell'Abisso (2.755 m) bilden, zwischen die Jurakalke und die Gneise des Mercantourmassivs.

Zwischen den Höhen 1.457 m und 1.687 m verläuft im Vallone degli Alberghi eine Störung in etwa NS-Richtung. Dem Störungsverlauf folgt der Rio degli Alberghi. Er hat einen zum Teil über 30 m tiefen Cañon gebildet. Der Jura und sein Hangendes, die eozäne Basisserie, sind gegeneinander versetzt (siehe Profil I). Durch die Verkarstung des Nummulitenkalkes der Basisserie und durch die Zerrüttung des Gesteins infolge der Störung fließt der Rio degli Alberghi während des Sommers - am Ende des Tales - über 1 km unterirdisch und taucht erst zu Beginn des Val Grande wieder auf. Zur Zeit der Schneeschmelze fließt der größte Teil der Wassermassen jedoch durch die Störungsschlucht.

b. Geschieferte Kreidekalke

Über den Jurakalken schalten sich südöstlich der Caire Porcera (1.818 m) plötzlich geschieferte Kreidekalke ein, die sich nach NW bis zum Gesso fortsetzen. Sie erreichen eine Mächtigkeit von maximal 400 m und bilden eine Kette von 2 bis 3 treppenartig untereinanderliegenden Steilstufen, die jeweils 100 bis 150 m hoch sind. Diese Steilstufen erstrecken sich zwischen dem Vallone Grande von Trinità bis zum Valle Costabella bei Entracque. Sie sind vermutlich durch rascher verwitternde, schiefrig-mergelige Lagen innerhalb der geschieferten Kreidekalke bedingt. Ein sehr typisches Bild zeigen die Gorgie della Reina, wo sich der Rio Balme di Ghera cañonartig in die Kreidesteilstufen eingeschnitten hat.

Die geschieferten Kreidekalke sind überwiegend grau bis dunkelgrau und verwittern hellgrau bis bräunlich. Es schalten sich häufig schiefrig-mergelige und vereinzelt sandige Lagen dazwischen, die bei Anwitterung typisch rauhe Oberflächen bilden. Die schiefrig-mergeligen Partien befinden sich meist im Hangenden der Kreideserie, so

z.B. in ziemlicher Mächtigkeit unter dem Nummulitenkalkband der Costa di Raïet, östlich der Caire dell'Uglia (1.459 m). Es konnte hier eine große Ähnlichkeit mit den später beschriebenen Oberkreidekalkmergeln der Briançonnaiszone beobachtet werden. Beide zeigen eine typische Stengelung mit ausgeprägten Dehnungslinear und dazu charakteristische Knickfältelung.

Die B_2 -Achsen tauchen dort mit 20^0 nach E unter die Basisserienbedeckung ab. Sonst aber herrscht, im Gegensatz zu den Oberkreidekalkmergeln, im allgemeinen eine gute Bankung vor. Die einzelnen Bänke sind durchschnittlich 20 - 40 cm mächtig und z.T. im 50 m-Bereich gefaltet wie beispielsweise in den Gorgie della Reina. Die Lagerung der geschieferten Kreidekalke ist sonst im Bereich der Steilstufen ziemlich ruhig, und das Einfallen beträgt im großen gesehen ca. 30^0 NE, ganz im S bei Caire di Porcera (1.818 m) jedoch, wo die Kreidekalke dann unter der Basisserie (Eozänflysch) auskeilen, $45 - 50^0$ E. Die Kreidekalke streichen durchschnittlich mit $130 - 150^0$.

Ein tektonisch einmaliges Phänomen für das gesamte Arbeitsgebiet ist die sich nördlich an die Kreide-Steilstufen des Vallone Bousset anschließende riesige Tauchfalte des Mte. Corno (1.506 m), die von den geschieferten Kreidekalken gebildet wird. Es ist das Verdienst von S. FRANCHI, diese schon 1927 erkannt und beschrieben zu haben.

Zwischen Vallone Grande di Trinità und Valle Balme di Ghera bei Entracque fällt der vermutliche Oberjura der untersten Steilstufe von Caire dell'Uglia - Pian di Funs mit $30 - 45^0$ nach NE unter die Kreidekalke ein. Nordwestlich des Valle Balme di Ghera jedoch liegt er bei der Pta. Stramondin und beim Mte. Lausa überkippt auf den Kreidekalken und fällt mit 40^0 nach SW ein. Der Vergenzwechsel, der auf die hier beginnende Tauchfalte hinweist, geht also sehr rasch und auf kurzer Distanz vor sich.

Den besten Beweis für das Vorhandensein der Tauchfalte

bilden die beiderseits des Gesso südwestlich von Valdieri gelegenen Aufschlüsse von vollständig überkippt liegenden Nummulitenkalk- bzw. Eozänflyschmulden (Basisserie) unter den sehr mächtigen geschieferten Kreidekalken, die den Mte. Corno (1.506 m) bzw. den Mte. la Piastra (1.832 m) - in dem von R. MALARODA (1957) bearbeiteten Gebiet - aufbauen.

Im Arbeitsgelände sind die stark sandigen und z.T. feinkonglomeratischen Nummulitenkalke direkt am rechten Ufer des Gesso NW unterhalb der R^{ca}. Bara Bianca (1.275 m) aufgeschlossen. Sie liegen hier unter epimetamorphen, phyllitischen Kreidekalken. Oberhalb des Kontakts der Nummulitenkalke zu den Kreidekalken sind in letztere mehrere, jetzt verlassene, kleine Stollen eingetrieben worden, um die schiefrigen, hier in große Platten zerfallenden Kreidekalke abzubauen. Die Kreideplatten dienen als Dachbedeckung für die Bauernhäuser der Umgebung. Größere, noch heute in Betrieb befindliche Abbaustellen dieser Art sind am N-Hang des Mte. La Bastia (914 m) anzutreffen. Auch hier sind die Kreidekalke epimetamorph, was offensichtlich durch ihre Lage im Liegendflügel der Tauchfalte bedingt ist.

U.d.M. sieht man, daß es sich hier um einen marmorisierten Kalk handelt, d.h., es treten feinkristalliner Kalkspat, etwas Quarz und kleine Kristalle von neugebildetem Plagioklas, der fast aus reinem Albit besteht, auf.

Der Nummulitenkalk, am Gesso-Ufer unterhalb der Höhe 876 m, streicht mit 160° und fällt ganz flach mit 10° nach NE ein.

Am Zusammenfluß des Rio Gorgia Ghincia mit dem Gesso ist das Einfallen des Nummulitenkalkes etwas steiler, aber nach SW gerichtet. Es handelt sich also offensichtlich um eine überkippt liegende Mulde. Der entsprechende Teil der überkippten Muldenumbiegung auf der linken Gesso-Seite ist unterhalb des Mte. La Piastra (1.832 m), östlich der R^{ca}. del Saut, zu Beginn des Val Sandri zu suchen, wie es FRANCHI (1927) in seinem "Enigma tettonici nei monti di Valdieri..." auf S. 372 abgebildet hat.

Die sandig-feinkonglomeratische Übergangsformation zwischen Kreide und Eozän von R. MALARODA (1957) hat sich als nummulitenführend erwiesen und entspricht somit genau den grobsandigen Nummulitenkalken des rechten Gesso-Ufers. Die überkippte Muldenumbiegung liegt auf der rechten Gesso-seite auf ca. 880 m und auf der linken ca. auf 1.260 m. Daraus ergibt sich ein Achsenabtauchen von $10 - 15^{\circ}$ nach ESE. Das tektonisch Liegende der 20 - 40 m mächtigen Nummulitenkalke des Valle Sandri bildet die Mergel-Sandstein-Serie der Basisserie, die zwischen der Höhe 1.080 m und C^t. Sandri gut aufgeschlossen ist.

Das große Areal von geschiefertten Kreidekalken des Mte. Corno zeigt an dessen Hang zum Gesso d'Entracque hin mehrere übereinanderliegende SW-vergente Falten im 100 m-Bereich. Sie sind von der Straßenbrücke über dem Gesso della Valletta aus, kurz vor dessen Zusammenfluß mit dem Gesso d'Entracque, gut zu sehen.

Auf dem Höhenrücken zwischen Mte. Corno und Pta. Balma-rossa liegt zwischen der Pta. della Splajera und dem Passo Prato della Colla auf den Kreidekalken ein fingerartiger Fortsatz der Basisserie. Dieser Ausläufer der Basisserie ist durch den sehr tiefen Einschnitt des Valle dell'Infernetto, das nordwestlich des Passo Prato della Colla beginnt und unterhalb des Mte. Bastia in den Gesso mündet, bedingt.

Die Faltenachse senkrecht zur Faltenachse B der Tauchfalte des Mte. Corno läßt sich mit etwa 2 km Länge berechnen. Daher läßt sich auch die enorme Verbreitung der Kreidekalke im Raume von Entracque erklären. Worauf die Entstehung dieser großartigen Tauchfalte zurückzuführen ist, muß offen bleiben. Vermutlich aber handelt es sich um eine Abgleitung des Schichtpaketes von dem sich hebenden Mercantourmassiv, etwa den helvetischen Gleitdeckfalten der Schweizer Alpen vergleichbar. Gleitbewegungen am Kontakt der Mercantourgneise zur triassischen Bedeckung sind von FAURE-MURET und SUTER (1949) beschrieben worden.

Danach aber ist es weniger zur Faltung als vielmehr zur Verschuppung der abgeglittene Gesteinspartien gekommen.

R. MALARODA (1957) beschreibt für das Gebiet westlich von Valdieri innerhalb der geschieferten Kreidekalke typisch sandig-feinkonglomeratische Einschaltungen, die besonders in deren Hangenden auftreten, wobei es sich sehr wahrscheinlich um Teile des grobsandigen Nummulitenkalkes der Basisserie (autochthon-paraautochthoner Eozänflysch handelt.

Im Liegenden gehen die geschieferten Kreidekalke in 50 - 100 m mächtige schwarze Schiefer über. Diese liegen auf den dickgebankten Kalken mit Hornsteinlagen, die vermutlich schon dem Oberjura angehören. Die schwarzen Schiefer sind stellenweise von verfäلتelten Kalzitadern durchzogen. Altersmäßig ist Unterkreide am wahrscheinlichsten. Schlammproben ergaben keine Fauna.

A. ASCHERI (1955), der das Gebiet zwischen Entracque, Valdieri und Roaschia bearbeitet hat, stellt die geschieferten Kreidekalke in den Dogger-Malm der Dauphinéfazies und vergleicht sie mit den "terres noires" der französischen Westalpen. Ein Grund zu dieser Annahme liegt jedoch nicht vor, da sich dieser Schichtkomplex - wie es auch R. MALARODA (1957) beschrieben hat - gut zwischen die Oberjurakalke und die eozäne Basisserie einordnen läßt, und somit nur ein Kreidealter übrig bleibt. Abgesehen davon konnte auch keine Ähnlichkeit mit den sehr mächtigen, dunklen schiefrig-mergeligen "terres noires", etwa aus der Gegend von Barcelonnette, festgestellt werden. Lediglich die vergleichsweise geringmächtigen dunklen Schiefer an der Basis der geschieferten Kreidekalke zeigen eine entfernte Übereinstimmung.

Auch liegt die Tauchfalte des Mte. Corno nach A. ASCHERI (1955) unverständlicherweise als "Decke" allochthon auf Mittel-Oberjurakalken der Subbriançonnaiszone, die sich angeblich bis etwa zum Tal des Gesso d'Entracque unter der "Decke des Mte. Corno" fortsetzen sollen. In diesem Tal liegt nach ASCHERI eine große Überschiebungsfront, die die

Serien dort in einen allochthonen, nordöstlich des Tals gelegenen und einen autochthonen, südwestlich davon sich erstreckenden Teil untergliedern soll.

Der eindeutige, an zahlreichen Stellen nachgewiesene Verlauf der Subbriançonnaisüberschiebung südwestlich unterhalb der R^{ca}. Vanciarampi wird merkwürdigerweise von ASCHERI abgelehnt.

Fossilien sind, außer unbestimmbaren Belemnitenresten am SW-Hang des Mte. Corno und unterhalb der Caire del Lupo (1.359 m), nicht gefunden worden.

Die Belemniten treten im Liegenden der geschieferten Kreidekalke auf, und im Hangenden bestehen große Ähnlichkeiten zu den Oberkreidekalken und -kalkmergeln der Subbriançonnais- bzw. Briançonnaiszone. Es ist also zu vermuten - zumal im Royatal in der Mercantourmassivbedeckung unter den Nummulitenkalken Oberkreidekalke auftreten -, daß es sich bei den geschieferten Kreidekalken der Gegend von Entracque um Unterkreide (mit Belemniten) und Oberkreide handelt.

U.d.M. findet sich neben Echinodermenresten und anderem unbestimmbaren Fossilschutt vereinzelt Quarz in rundlichen, zerlappten Aggregaten, die feinkristallines Pflastergefüge zeigen. Der Quarz ist umkristallisiert und löscht undulös aus. Vielleicht handelt es sich hierbei um umkristallisierte Radiolarien.

c) Eozän-Flysch: Basisserie

Der Begriff Basisserie ist von M. RICHTER (1959) für die autochthone Flyschserie eozänen Alters, die auf die mesozoische Sedimentbedeckung des Mercantourmassivs transgrediert, geprägt worden. Sie umfaßt den z.T. mächtigen Nummulitenkalk des Lutets, der das Liegende bildet und die Mergel-Sandstein-Serie im Hangenden davon. Diese bildet den Hauptanteil der Basisserie und stellt mit ihren Sandsteinen ein Äquivalent des "grès d'Annot", d.h. des autochthonen Eozänflysch im französischen Flyschgebiet dar.

1. Nummulitenkalk

Der Nummulitenkalk, mit dem die Basisserie beginnt, wurde durch die in den gesamten Westalpen verbreitete überaus typische Lutettransgression gebildet. Im Arbeitsgebiet transgrediert er auf die Oberjurakalke und die geschieferten Kreidekalke der Sedimentbedeckung des Mercantourmassivs. Wie M. RICHTER (1960) gezeigt hat, ist zwischen der Oberkreide des Royatals und dem darauf transgredierenden Nummulitenkalk eine deutliche Schichtlücke vorhanden.

J. DEBELMAS (1955), der das gleiche im Embrunais beobachtet hat, erklärt die Schichtlücke durch submarine Abtragungs- und Aufarbeitungsvorgänge.

Die größte Mächtigkeit von etwa 50 - 100 m erreicht der Nummulitenkalk ganz im S des Kartierungsgebietes zwischen Mte. Garbella und dem Vallone degli Alberghi, wo er den Kalken und dolomitischen Kalken des Oberjura transgressiv aufruht. Hier bildet er dicke Bänke und ist an fast allen Stellen rein kalkig ausgebildet und auf den ersten Blick schlecht von den Oberjurakalken zu unterscheiden, da die Nummuliten teilweise nur sporadisch auftreten und mit 0,5 cm Länge recht klein sind. Auf der Carta Geologica d'Italia, Blatt Boves, ist der Nummulitenkalk am NE-Hang der Costa Garbella nicht verzeichnet und im unteren Vallone degli Alberghi als Jura eingetragen worden.

Am NE-Hang des Mte. Garbella bildet der Nummulitenkalk zu Beginn des Val Garbella einen terrassenartigen Absatz unterhalb der Jurasteilwand. Hier fällt er mit etwa 45° nach NE ein, wie auch weiter südöstlich am Hang der Costa Garbella. An dieser Stelle beträgt seine Mächtigkeit etwa 40 - 50 m. Zwischen den Höhen 2.229 und 2.306 m des Mte. Garbella wird der Nummulitenkalk durch eine kleine NE-SW-verlaufende Störung nur ca. 30 m nach SW versetzt.

In nordwestlicher Richtung unterhalb der Höhe 2.221 m keilt er dann aus, und die Basisserie liegt in Form von stark durchbewegten sandigen Mergeln mit einer Diskordanz von 10 - 15° direkt auf den hier geschieferten Oberjura-

kalken, was auf eine vermutlich tektonische Unterdrückung des Nummulitenkalkes hinweist. Erst 2 km nordwestlich, bei Caire di Porcera (1.818 m), tritt der Nummulitenkalk der Basisserie gleich zusammen mit den geschieferten Kreidekalken über den Oberjurakalken wieder auf und setzt sich, in einem schmalen Band auf den Kreidekalken liegend, bis fast zum Gesso in nordwestlicher Richtung fort. Seine Mächtigkeit beträgt hier 10 - 40 m, und er ist gut gebankt.

Die Zusammensetzung des Nummulitenkalkes ist im Hangenden der geschieferten Kreidekalke überwiegend sandig bis grobsandig und spätig und zeigt graue Farbtöne. Die angewitterte Gesteinsoberfläche ist dadurch rau. Im Gegensatz zu den hellgrau bis weiß verwitternden, sehr mächtigen rein kalkigen Nummulitenkalkbänken des Vallone degli Alberghi. Südlich der Höhe 1.941 m am NE-Hang der Costa Garbella treten unter den Mergeln der Basisserie geringmächtige sandig-spätige Partien auf.

Der mächtige Nummulitenkalk im S des Arbeitsgebietes zeigt häufig Karsterscheinungen. Typisch sind die Rillenkarren auf den geneigten Bänken. Kleine, einige Meter tiefe Dolinen, auf deren Grund der Schnee das ganze Jahr über nicht wegschmilzt, und mehrere Meter tiefe Höhlen sind überall zu finden.

Im unteren Vallone degli Alberghi, d.H. in der Umgebung des Gias Piamian (Gias = Hirtenunterschlupf), zeigen die Nummulitenkalkbänke ein typisches Landschaftsbild. Auf der Ostseite bilden sie die für die Gegend charakteristische Pultfläche der Costa Lausea. Sie ist zum Alberghital hin durch eine hohe Steilwand begrenzt, die infolge einer diagonalen Seitenverschiebung entstanden ist. Es folgt in westlicher Richtung die auf Grund der Störung tiefer gelegene Nummulitenkalkfläche der Höhe 1.457 m mit ihren typischen Rillenkarren und Karsthöhlen.

Westlich schließt sich die schon erwähnte, ebenfalls durch eine diagonale Seitenverschiebung bedingte Störungsschlucht des Rio degli Alberghi an. Die dritte diagonale

Seitenverschiebung folgt westlich des Gias Piamian und bildet die 80 bis 100 m hohen Steilwände der Höhen 1.906 und 1.873 m. Der zwischen dieser und der diagonalen Seitenverschiebung der Störungsschlucht gelegene Teil ist kopflastig geworden und liegt dadurch im Norden tiefer, so daß die Mergel und Sandsteine der Basisserie neben den Nummulitenkalk zu liegen kommen. (Profil I)

Das Gebiet nordöstlich der Costa Garbella bis zur Steilwand der Höhen 1.906 und 1.873 m ist ein terrassenartiger Vorsprung. Die Basisserienmergel liegen mit geringer Mächtigkeit auf dem Nummulitenkalk, dessen Einfallen zur Störung hin immer flacher wird. Hier sind an einigen Stellen die Sandmergel der Basisserie wegerodiert, so daß der darunter liegende Nummulitenkalk mit seinen Karsthöhlen zum Vorschein kommt. Die drei etwa N-S verlaufenden diagonalen Seitenverschiebungen enden nach N in der Basisserie, da die versetzten Nummulitenkalkbänke nach NE einfallen und somit unter die Basisserienmergel abtauchen. Auch nach S sind sie nicht weiter in den massiven Oberjurakalken zu verfolgen.

Neben zahlreichen großen und kleinen Nummuliten, wie *Nummulites perforatus* D. de MONTF., *N. aturicus* J.L., *N. millecaput* BOUBÉE etc., finden sich im Nummulitenkalk häufig Discocyclinen, Assilinen, unbestimmbare Kleinforaminiferen, Zweischallerreste, Stockkorallen, vermutliche Reste der Kalkalge *Acicularia*, Lithothamien- und Gastropodenreste. Besonders große Nummuliten von 2 - 4 cm Länge wurden in dem kleinen Nummulitenkalkaufschluß am rechten Gessoufer unter der Tauchfalte der geschieferten Kreidekalke des Mte. Corno gefunden. Hierbei handelt es sich vermutlich um *Nummulites millecaput* BOUBÉE. Altersmäßig ergibt sich überall Lutet (Mittel-Eozän). U.d.N. zeigen die sandigen Nummulitenkalke der Basisserie Quarzkorngrößen von 0,05 bis 0,5 mm.

2. Mergel-Sandstein-Serie

Die Mergel-Sandstein-Serie bildet das Hangende des Nummulitenkalkes. Meist beginnt sie zunächst mit einer 20 bis 30 m mächtigen Folge von sandigen Mergeln. Darauf folgen dann überwiegend grobkörnige Sandsteinbänke von 1 - 6 m Mächtigkeit. Mergel- und Sandsteinbänke wechseln sich ständig ab.

Im ganzen ist die Basisserie nach M. RICHTER (1959) im Flyschgebiet von Sanremo-Alassio über 600 m mächtig. Dies ist die einzige Flyschserie, die von Ventimiglia über den schmalen Flyschstrang im NE des Mercantourmassivs bis nach Frankreich durchgehend verfolgt werden kann.

Für die bearbeitete Zone kommen für die Basisserie Mächtigkeiten von einigen 100 m in Betracht, da sie infolge der Subbriançonnaisüberschiebung nicht vollständig aufgeschlossen ist. Genaue Mächtigkeitsangaben sind schwierig, da die Mergel-Sandstein-Serie im 50 m - Bereich verfalltet ist. Insgesamt überwiegen im Arbeitsgebiet die Mergelpartien. Sie sind dunkelgrau bis schwarz, verwittern jedoch braun. Innerhalb der Mergel wechseln sich sandige und schiefrig-glimmerige Lagen ab, so daß sie oft wie gebändert erscheinen. Auch zeigen die Mergel häufig phyllitischen Seidenglanz auf Schieferungsflächen. Vereinzelt treten neben den grauen sandigen Mergeln auch schwarze Tonschiefer zwischen den Sandsteinbänken auf.

Bei den Sandsteinfolgen innerhalb der Mergel handelt es sich meist um eine Anzahl von Bänken, die von dünnen Mergellagen unterbrochen werden. Darauf schließen sich dann wieder dickere Mergelpakete an. Dem makroskopischen wie mikroskopischen Aussehen nach entsprechen die Sandsteinbänke völlig dem Grès d'Annot der frz. Geologen, wie er etwa am Col de Cayolle anzutreffen ist.

Er ist im unverwitterten Zustand sehr hart und besteht, wie das Schliffbild zeigt, hauptsächlich aus eckigen Quarzkörnern, die meist undulös auslöschen. Daneben sind reichlich Kalifeldspat - und z.T. frische, eckige Plagioklaskörner vorhanden. Serizit und Muskowit sind häufig,

selten jedoch ist Mikroklin. Die Matrix ist feinkörnig und besteht aus einem Gemenge von Serizit, Quarz und Feldspat.

Die Grès d'Annot-Bänke haben eine bräunliche Verwitterungsfarbe. In diesem Zustand sind sie stark porös, und ihre Schichtoberflächen sind dadurch rau. Frisch angeschlagen zeigen sie jedoch graue - dunkelbraune Farbtöne.

Nach KUENEN, FAURE-MURET, LANTEAUME und FALLOT (1957) und M. RICHTER (1959) ist die an Hand von Turbiditen in der Basisserie zwischen Colle di Tenda und Ventimiglia festgestellte Schüttungsrichtung der Grès d'Annot-Bänke hauptsächlich aus SW und SE erfolgt. Also in der Längsrichtung des Flyschtroges, nicht, wie man annehmen sollte, quer dazu. Im Raume des Colle di Tenda kommen jedoch auch Schüttungsrichtungen aus NE und SW dazu.

Die Korngrößen der einzelnen Sandsteinbänke der Basisserie variieren zwar, jedoch konnte ein klar ausgeprägter Sedimentationsrhythmus, etwa im Sinne des graded bedding, nicht festgestellt werden. Häufig finden sich bis handtellergröße Tonschmitzen in die Sandsteinbänke einsedimentiert. In zahlreichen Klüften und Nestern in den Sandsteinbänken ist Quarz durch Lateralsekretion angereichert.

Die Verfaltung der Mergel-Sandstein-Serie im 50 m - Bereich ist besonders gut am NW-Hang des unteren Vallone Garbella zu beobachten. Hier bildet eine Folge von etwa 8 Sandsteinbänken, die bis zu 5 m mächtig werden, mehrere aufeinanderfolgende Falten. Die markanteste Falte, die mit ihrer Sattelumbiegung auf der 1.800 m Höhenlinie unterhalb des Weges liegt, befindet sich etwa 300 m südwestlich des Gias Garbella (Gias: Hirtenunterschlupf).

Die Faltenachse streicht 135° und taucht mit 25° nach NW ab. Zwischen den Sandsteinbänken, die diese Antiklinale bilden, liegen dünne, nur 10 - 40 cm mächtige, dunkelgraue Mergellagen. Die Mergel zeigen eine feine Bänderung im Zentimeterbereich. Sie werden oft sandig und bilden dann in Abständen von 10 cm dünne Sandmergellagen. Auf der W-Flanke sind die Mergelzwischenlagen zwischen den Sandsteinbänken etwas mächtiger.

Ein anderer guter Aufschluß von verfalteten Grès d'Annot-Bänken der Basisserie befindet sich im oberen Vallone Grande von Trinità. Die Faltung liegt hier im 10 - 50 m - Bereich. Die einzelnen Sandsteinbänke sind 1 - 3 m bis maximal 5 m mächtig. Die Dehnungsklüfte an den Sattelumbiegungen sind z.T. wieder mit lateralsekretiv angereichertem Quarz verheilt.

Die Sandsteinbänke sind, wie schon erwähnt, sehr spröde. Sie zerbrachen deshalb häufig bei tektonischer Beanspruchung und nach dem Herauswittern der dazwischenliegenden weicheren Mergellagen. Infolgedessen sind die Hänge der Basisserie teilweise stark mit Grès d'Annotschutt bedeckt, der sich dann in den Tälern anreichert.

Auf dem Kamm der Costa di Pianard ist ein gutes Querprofil durch die Mergel-Sandstein-Serie aufgeschlossen. Vor allem kann man hier gut - obwohl der Kamm diagonal zum Streichen der Schichten verläuft - die unterschiedlichen Korngrößen der einzelnen Sandsteinbänke beobachten. Feinkörnige Bänke wechseln mit glimmerreichen, feinkonglomeratischen ab. Wie das Schliffbild zeigt, handelt es sich infolge des Feldspatreichtums teilweise um reine Arkosesandsteine. Auch treten hier wie am Colle della Garbella neben den sandigen schiefrigen Mergeln schwarze Tonschiefer auf.

Am Ende des Valle Grande, zu Beginn des Vallone degli Alberghi, sind gute Aufschlüsse der Mergelsandsteinserie zu finden. Infolge der schon erwähnten Störung, in deren Verlauf der Rio degli Alberghi fließt, sind hier die Basisserienmergel, direkt westlich neben dem Flußtal, in einem 20 - 30 m hohen Anriß aufgeschlossen. Sie sind durch die Störung stark durchbewegt und bilden eine Schutthalde zum Fluß hin, durch die der Weg verläuft. Im Hangenden der Wand folgen wieder Sandsteinbänke. Im Flußbett selbst ist der Nummulitenkalk erosiv freigelegt, und nur an einigen Stellen, meist in Vertiefungen, findet man noch bis zu 2 qm große Fetzen von Mergeln der Basisserie auf dem Nummulitenkalk.

Die Basisserie setzt sich nordwestlich der Costa di Pignard in einem z.T. sich auf 100 m verschmälernden Band unterhalb der Subbriançonnaisüberschiebung der Mte. Bussaia - R^{ca}. Vanciarampi-Kette fort. Die schmalste Stelle der Basisserie liegt oberhalb der Gorgie della Reina, östlich der vom Nummulitenkalk gebildeten Höhe 1.484 m. Hier streicht die Mergelsandsteinserie 130° und fällt mit 35 - 40° nach NE ein. Sie wird von einem sehr geringmächtigen Band von Oberjurakalken, das vom Passo del Canton bis Tetti Taschet an der Basis der Subbriançonnaisüberschiebung auf eine Strecke von etwa 4 km durchzieht, tektonisch überlagert. Das Jurakalkpaket fällt dort mit nur 20° nach NE ein und streicht 155°.

Weiter nordwestlich verbreitet sich die von den Nummulitenkalken der Basis eingerahmte Mergelsandsteinserie wieder und bildet den Kamm zwischen Passo Prato della Colla, P^{ta} Balmarossa (1.667 m) und Passo Costabella und P^{ta} dell Splajera (1.603 m), der eine fingerartige Ausstülpung der Basisserie darstellt. Auf dem Kamm fällt die Mergelsandsteinserie direkt am Subbriançonnaiskontakt mit 20° nach NE ein. Hier liegt ein etwa 10 m mächtiges Paket von etwas kalkigen Sandsteinen, die vereinzelt Nummuliten führen, unter den Jurakalken der Subbriançonnaiszone.

Die Basisserie liegt hier, wie schon erwähnt, in einer sich nach NE verflachenden, schmalen Mulde auf den geschieferten Kreidekalken, die die Tauchfalte des Mte. Corno bilden. Im NW des Passo Prato della Colla setzt sich die Basisserie am NE-Mang der Comba dell'Infernetto über Tetti Serra bis Tetto Taschet fort. Es folgt eine mit Verwitterungsschutt des Subbriançonnais bedeckte Zone bei C^t. Tramolin.

Bei C^t. Barilot ist die Mergelsandsteinserie zum letztenmal aufgeschlossen. Dort streicht sie 140°, und das Einfallen beträgt 30 - 40° NE. Die B₂-Achsen tauchen dort mit 20° nach SE ab, während 300 m südöstlich davon das Linear der geschieferten Kreidekalke, die unter dem Nummulitenkalk der Basisserie liegen, mit 30° nach S abtaucht.

Der Überschiebungskontakt des Subbriançonnaisjurakalkes zur Basisserie ist zwischendurch noch einmal gut an der Fontana Fredda (1.407 m) am Weg von T^{to}. Bufre zum Passo Prato della Colla aufgeschlossen. Zwischen C^t. Moretto und Gesso fehlt schließlich die Basisserie, d.h., sie ist überschoben worden. Das schmale Jurakalkbank im Hangenden setzt ebenfalls a.s., und die Dolomite und Rauchwacken der mittleren Trias, die sich unter dem Lias und dem Mittel-Oberjura des Subbriançonnais der Einheit des Colle di Tenda s.l. einschalten, liegen mit tektonischem Kontakt direkt auf den geschieferten Kreidekalken des Mte. La Bastia. Hier sind die Kreidekalke stark epimetamorph und erinnern an die calcescisti des Piemonttrog.

Weiterhin setzt sich die Basisserie nach NW in das Valle del Colletto oberhalb Valdieri und in die schon erwähnte vollständig überkippt unter den Kreidekalken des Mte. La Piastra liegende Mulde des Valle Sandri in das von R. MALARODA (1957) bearbeitete Gebiet fort. Dort haben die Sandsteinpartien noch untergeordnete Bedeutung.

Erst nördlich der Cima Cialancia und schließlich in der weiteren Fortsetzung im NW von Demonte im Valle dell'Arma tritt dann nach FRANCHI ein geschlossener Grès d'Annot-Zug über den Nummulitenkalken des autochthon-parautochthonen Flysch der Mercantourmassivbedeckung auf.

Im ganzen ist die Mergelsandsteinserie sehr gleich und zeigt auf mehrere Kilometer Länge kaum stratigraphische Veränderungen. In dem von M. RICHTER (1959-61) bearbeiteten Flyschgebiet von Sanremo-Alassio ist die Basisserie mehrfach in sich verschuppt, so daß sich die Folge vom Nummulitenkalk zur Mergelsandsteinserie öfter wiederholt. Auch stecken dort im Hangenden der Basisserie eine Reihe von Schollen und Gleitbrettern von triassischen bis eozänen Serien, die an den tektonischen Flächen herausgeschuppt sind. Aus den von A. FAURE-MURET und P. FALLOT neu bearbeiteten Tunnelprofilen des Colle di Tenda, die um 1900 von BALDACCI und FRANCHI aufgenommen wurden, geht hervor, daß neben der Überschiebung der Subbriançonnaseinheit auf

die Basisserie von ca. 6 km auch noch eine Verschuppung innerhalb der Basisserie von 2 km Länge auftritt.

Diese Feststellung erfolgte an Hand der Tunnelaufschlüsse eines recht mächtigen Anhydritkomplexes der Trias mitten in der Basisserie südwestlich unterhalb der Tendapaßschuppe. Die Basisserie ist dazu noch unterschiedlich stark verfaltet, so daß sich genaue Mächtigkeitsangaben nicht machen lassen. Einige 100 m kommen jedoch sicher in Betracht.

Zahlreiche Dünnschliffe und Schlammproben aus dem Arbeitsgebiet erbrachten leider keine Fauna. Etwas anderes ist es im Flyschgebiet von Sanremo-Allassio. Dort beschreibt M. RICHTER (1960) folgende Formen, die aus dem Hangenden der Basisserie von Dolceacqua stammen:

Rhabdamina
Rhizamina
Dendrophrya
Haplophragmoides
Eponides
Chilostomella
Globigerina

Daraus ergibt sich - wie auch an anderen Stellen - ein priabones Alter der Mergelsandsteinserie nach M. RICHTER. Auf der Übersichtskarte von PH. KUENEN, A. FAURE-MURET, M. LANTEAUME und P. FALLOT (1957) ist die Basisserie als Oligozän verzeichnet. Dies konnte jedoch nicht bestätigt werden.

Der nordöstliche Hangendkontakt der Basisserie im Arbeitsgebiet ist tektonisch. Daran schließt sich die Subbriançonnaiszone in Form der überschobenen Einheit des Colle di Tenda s.l. an. Deshalb ist die Basisserie nicht in ihrer vollen Mächtigkeit aufgeschlossen.

II. Die parautochthone Einheit des Colle di Tenda s.l. (Subbriançonnais-Schuppenzone)

Der Begriff der außenpenninischen Zone des Subbriançonnais ist von SCHNEEGANS, MORET und GIGNOUX (1934) in den französischen Westalpen geschaffen worden. Sie liegt westlich bis südwestlich vor der eigentlichen Briançonnais-Schwellenzone und stellt ein eigenes externes Sedimentationsbecken dar, dessen Stratigraphie reichhaltiger ist als die Schichtfolge der internen Briançonnais-Schwellenzone. Die Typlokalität der Subbriançonnaiszone ist die Region der Achsendepression zwischen dem Pelvoux- und dem Mercantourmassiv, d.h. das Gebiet des M. Piolit nordwestlich und das Gebiet des M. Morgon südöstlich der Durance.

Die Zone des Subbriançonnais ist mehrere Kilometer nach W auf die autochthonen Serien der Dauphiné überschoben worden. Die Gesteine der Subbriançonnaiszone liegen in erster Linie auf den helvetischen "terres noires", einer mächtigen Folge von dunklen, mergeligen Schiefern und Mergel-Kalken des Bathonien bis Oxfordien. Diese Verhältnisse sind gut im Halbfenster der Durance bei Embrun und im Fenster von Barcelonnette zu beobachten, wo die tektonischen Kontakte gut aufgeschlossen sind.

Die "terres noires" bilden durch die rasche Verwitterung und Erosion eine typische "Badland-Landschaft". Die größte Mächtigkeit und Verbreitung erreicht die Subbriançonnaiszone der französischen Westalpen im Gebiet südlich und südwestlich des Fensters von Barcelonnette. Am Nordrand des Fensters ist sie nur noch in einem schmalen, nach Osten aussetzenden Band unter dem Helminthoidenflysch vorhanden. Das mächtigste Schichtglied der Subbriançonnaiszone stellt mit 2000 m ihr eozäner Flysch (Flysch noir s.str.) dar. Typisch für ihn sind die zahlreichen und mächtigen mesozoischen Schuppen an seiner Basis.

Im Arbeitsgebiet wird die Subbriançonnaiszone durch die Einheit des Colle di Tenda s.l. gebildet. Sie folgt auf die Basisserie und wird im Kartierungsgebiet von der

Schuppe des Mte. Bussaia (2.451 m) - R^{ca}. Vanciarampi (1.712 m) gebildet. Diese Schuppe ist insgesamt über 30 km lang und reicht nach NW zu den Cimen Pissousa und Saben und nach SE über den Bec Matlas und den Bec Baral zum Colle di Tenda und zur Cima Pepino. Von dort aus ist sie noch bis zur Bassa Crocetta, südlich des Rio freddo, wo sie schließlich infolge des Untertauchens des Mercantourmassivs nach SE unter der Basisserie verschwindet, zu verfolgen.

Die Schuppenzone des Subbriançonnais bzw. die Einheit des Colle di Tenda ("unité du col de Tende" von M. LANTEAUME) entspricht dem Komplex II von R. MALARODA (1957). Teile des Komplexes III gehören vermutlich auch noch dazu. Diese bedeutendste Schuppe des ganzen Flyschstranges zwischen Colle Maddalena und Colle di Tenda besteht in der Hauptsache aus marmorisierten und dolomitisierten Oberjurakalken in Subbriançonnaisfazies.

An der Überschiebungsbahn, d.h. am tektonischen Kontakt zur Basisserie, sind im Süden des Kartierungsgebietes Trias- und Lias-Serien mit hochgeschuppt, während sich nach N unter den triassisch-liassischen Gesteinen ein schmales, durchgehendes Band von Mittel- bis Oberjurakalken einstellt. Triasrauchwacken und -gipse treten ebenfalls an den Becs Matlas und Baral und am Colle di Tenda auf. Hier wurden sie von BALDACCIO und FRANCHI (1900) im Eisenbahntunnelprofil verzeichnet. Die Rauchwacken und Gipse sind typisch für derartige Überschiebungsbahnen, da sie einen guten Abscherungs- und Gleithorizont bilden.

Das Tunnelprofil wurde von A. FAURE-MURET und P. FALLOT (1956) neu bearbeitet und entsprechend abgeändert. Der Straßentunnel liegt in 1.331 m und der Eisenbahntunnel in 1.040 m Höhe. Durch die Verfolgung der Trias- und Jura-serien der Subbriançonnaiszone, die in beiden Tunneln aufgeschlossen sind, ergibt sich eine Überschiebungsweite der Tendapaß-Schuppe auf die Basisserie von etwa 6 km Länge. Dazu kommt noch die etwa 2 km betragende Verschuppung der Basisserie in sich, die durch einen mächtigen Anhydrit-

komplex der Trias, der mitten in der Basisserie unter der Tendapaß-Schuppe steckt, zum Ausdruck kommt.

Der Triasanhydrit ist nur in den Tunneln und nicht im Gelände aufgeschlossen. Nach M. RICHTER und R. SCHÖNENBERG (1954) braucht aber bei der Annahme von Gleitbrettern, die durch die Basisserie hindurchgewandert sind, die Weite ihrer Wanderung keineswegs der Überschiebungsweite einer Schuppe zu entsprechen.

Neben den Rauchwacken treten stellenweise noch bunte, sandige Schiefer des Räts sowie Oolithe, Fossilschuttkalke, dolomitische Kalke und dunkle, sandig-schiefrige Kalke der Obertrias-Lias an der Basis der mittel-oberjurasischen, hellen, kompakten Kalke auf.

Zwischen den Schuppen des Mte. Bussaia und des Mte. Sapè liegt eine Doppelmulde von Kreide und Flysch. Diese Doppelmulde ist zweiseitig vergent, d.h. die südwestliche Mulde ist nordost- und die nordöstliche Mulde südwestvergent. In der Mitte zwischen beiden Mulden liegt eine flache Antiklinale. Da im übrigen Arbeitsgebiet allgemein SW-Vergenz vorherrscht, fällt die nordostvergente Mulde aus dem Rahmen.

a. Trias

1. Quarzite (Untertrias)

Die Quarzite der unteren Trias treten innerhalb der Subbriançonnaiszone nur ganz im N des Arbeitsgebietes am NW-Hang des Mte. Cologne (1.159 m) auf. Hier liegen sie nördlich Tetti della Reina mit tektonischen Kontakten zwischen Dolomiten und Rauchwacken der mittleren Trias. Südlich davon haben sie nur noch im Hangenden Mitteltrias über sich, und im Liegenden schließen sie sich direkt an die hellen Jurakalke mit tektonischem Kontakt an. Diese verschuppte Zone von Ciabot Trifoglio und Tetti della Reina ist auf der Carta geologica d'Italia, Blatt Demonte, fälschlich als eine von Nummulitenkalken und Konglomeraten des Lutet eingerahmte Flyschmulde verzeichnet worden.

Die Quarzite sind überwiegend weiß bis hellgelblich. Stellenweise werden sie rot und sind konglomeratisch. Die Mächtigkeit beträgt hier etwa 10 - 20 m. Nördlich Ciabot Trifoglio (Ciabot = nur im Sommer benutzte Almhütte) und oberhalb der Straße Roaschia - Roccavione, östlich Tetti del Sabione liegen gute Aufschlüsse der Triasquarzite. Sie sind im allgemeinen feinkörnig und zeigen im Schliffbild neben xenomorph-lappigem Quarz auch Orthoklas, der häufig kaolinisiert ist. Die viel großflächiger aufgeschlossenen Quarzite der Zone des Briançonnais werden zur Glasherstellung abgebaut.

Nach FRANCHI (1927) handelt es sich bei den Quarziten und Dolomiten der Umgebung von Tetti della Reina um "paläozoische Klippen" innerhalb der Jurakalke. Die tektonische Durchbewegung ist gut zu sehen, was schon durch die gleichfalls auftretenden Rauchwacken angedeutet wird. Jedoch besteht die Möglichkeit, daß es sich bei den Triasaufschlüssen von Tetti della Reina um den verschuppten ehemaligen Sattelkern einer Juraantiklinalen handelt. Unterstützt wird diese Annahme von der deutlichen Sattelkernstruktur der Trias bei Tetti Rei, die sich südlich anschließt, aber ebenfalls tektonisch beansprucht ist.

2. Rauchwacken, Dolomite und dolomitische Kalke (Mitteltrias)

Die Rauchwacken, Dolomite und dolomitischen Kalke gehören alle der mittleren Trias an. Sie sind vorwiegend an die Überschiebungs- und Schuppenbahnen gebunden. An der Basis der Subbriançonnaischuppe des Mte. Bussaia - R^{ca}. Vanciarampi sind sie auf einer Strecke von 4,5 km zwischen dem Passo del Canton und dem Gesso durchgehend aufgeschlossen. Sie sind hier meist durchbewegt und z.T. mit den Rauchwacken verschuppt, so daß die normale stratigraphische Abfolge gestört und nicht vollständig ausgebildet ist. Im allgemeinen läßt sich unterhalb der Jurakalkkette zwischen Mte. Guardiola und R^{ca}. Vanciarampi aber folgendes Profil beobachten:

Die Basis wird von Rauchwacken der Mitteltrias gebildet. Es folgen meist darüber gelblich anwitternde, graue, dolomitische Kalke, über denen sich oft die Rauchwacken wiederholen. Dazu kommen gelbe, mergelige Dolomite. Es schließen sich z.T. bunte Schiefer des Rät und darüber liassische Gesteine, die direkt unter den hellen marmorisierten Jurakalken liegen, an.

Die Rauchwacken sind meist hellgelb. Sie wurden durch Auslaugung zellig und porös. Die ursprünglich mit ihnen zusammen vorkommenden Gipse sind im Arbeitsgebiet nicht mehr vorhanden. Die Rauchwacken sind durch die Verwitterung stark angegriffen und zerfallen daher sehr rasch. Sie sind teilweise feinkörnig und enthalten häufig rote und grüne Schieferkomponenten des oberen Keupers (Rät); hierbei handelt es sich vermutlich um Einsturzbrekzien, die durch Auslaugung des ehemaligen, in den Rauchwacken enthaltenen Gipses entstanden sind.

Gute Aufschlüsse liegen fast überall entlang der Überschiebungsbahn der Mte. Bussaia - R^{ca}. Vanciarampi - Schuppe. So am S-Hang des Mte. La Croce (1.957 m) im tief eingeschnittenen Tal unterhalb der Pascariund und ganz in der Nähe zwischen den Höhen 1.521 und 1.875 m am S-Hang des B^c. dell'Omo.

Im Joch zwischen Mte. Pianard (2.306 m) und R^{ca}. d'Orel (2.439 m) sind am Kontakt zu den Jurakalken des Mte. Pianard neben anderen, mehrfach verschuppten Gesteinen des unteren Lias ebenfalls die Rauchwacken aufgeschlossen. Hier handelt es sich um eine Verschuppungszone innerhalb der Oberjurakalke. Weiterhin sind die Rauchwacken, wie schon erwähnt, über dem sehr schmalen langen Band von Mittel- und Oberjurakalken, das zwischen dem Passo del Canton und Tetti Taschet direkt am Überschiebungskontakt der Subbriançonnaseinheit des Colle di Tenda s.l. liegt, häufig anzutreffen. Außerdem findet sich eine Reihe von Rauchwackenaufschlüssen am NE-Hang des Valle di Roaschia zwischen Tetto Mariet und Roaschia.

Auch hier liegen die Rauchwacken an einem tektonischen Kontakt entlang einer Verschubbahn innerhalb der hellen Jurakalke. Bei Tetto Mariet wird die schmale Rauchwackenzone durch eine sehr ausgedehnte SW-NE-verlaufende diagonale Seitenverschiebung um ca. 250 m nach NE versetzt und treten dann westlich T. Lombardo wieder auf. An einer zu dieser Störung parallel verlaufenden Seitenverschiebung keilen sie dann nördlich Roaschia aus. Schließlich treten sie nordwestlich Tetti Rei und nördlich Ciabot Trifoglio wieder auf. Hier sind die Rauchwacken verknüpft mit den gelb anwitternden, dolomitischen, dunklen Kalken mit gelben Dolomiten und den weißen bis roten Quarziten der Untertrias. Ein winziger Aufschluß von Rauchwacken liegt innerhalb der Jura-Nummulitenkalkschuppe von Tetti Cudre, 100 m östlich dieses Ortes.

3. Bunte, sandige Schiefer (Rät)

Außer den Rauchwacken findet sich häufig an der Überschiebungsbahn der Mte. Bussaia - R^{ca}. Vanciarampi-Schuppe und innerhalb davon eine Folge von rotvioletten, sandigen Schieferen, die teilweise aber auch hellgelbe und grüne Partien enthalten. Sie verwittern rasch und sind durch ihre leuchtenden Farben schon von weitem gut zu erkennen.

U.d.M. wurden neben der Tonsubstanz Calzit und durchschnittlich 0,15 mm große Quarzkörner festgestellt. Daneben tritt vereinzelt etwas Pyrit auf.

Nach D. SCHNEEGANS (1938) sind diese bunten Schiefer charakteristisch für die Außenzone des Subbriançonnais in den französischen Westalpen und entsprechen dem Keuper der germanischen Fazies ihrer Stellung, Farbe und Zusammensetzung nach. Es handelt sich also um obere Trias, d.h. Rät. FRANCHI (1894) stellt sie in den untersten Lias.

Die bunten sandigen Schiefer sind unterhalb der Stubiotta am S-Hang des Mte. La Croce zusammen mit den Rauchwacken und liassischen Gesteinen aufgeschlossen. Im Erosionstrichter nördlich des Bric dell'Omo liegt ein weiteres verschupptes Vorkommen von bunten Schieferen unter Mergel-

kalken des Lias. Schließlich finden sich reichlich Brocken von bunten Rätschiefern im Verwitterungsschutt des W-Hanges der R^{ca}. Vanciarampi bei Ciabot Tramolina.

Im Nachbargebiet, das D. RAATZ bearbeitete, finden sich die bunten Schiefer des Räts unter den Juraschuppen des Bec Matlas und des Bec Baral, die die Fortsetzung der Mte. Bussaia - R^{ca}. Vanciarampi-Schuppe nach SE bilden.

Die Mächtigkeit der bunten Rätschiefer liegt für das Arbeitsgebiet zwischen 5 und 15 m.

b. Jura

Die Gesteine des Jura der Einheit des Colle di Tenda s.l. bzw. der Subbriançonnais-Schuppenzone nehmen den verhältnismäßig größten Raum in dem bearbeiteten Teil des Flyschstranges zwischen Colle di Tenda und Colle Maddalena ein. In erster Linie handelt es sich hier um die für die gesamten Westalpen überaus typischen hellen Tithonkalke des oberen Malms, die im Arbeitsgebiet z.T. beträchtliche Mächtigkeiten erreichen. Dazu kommen Kalke des mittleren Jura, die sich schlecht von den Malmkalken trennen lassen, und unter diesen liegt eine Serie von Kalken, die hauptsächlich dem untersten Lias (Hettangien) angehören und z.T. noch in das oberste Rät hinabreichen. Eine Grenzziehung zwischen Trias und Jura ist praktisch nicht möglich.

1. Kalkserie des Lias-Rät

Die Kalkserie des Lias-Rät besteht aus einer Folge von Fossilschuttkalken (Lumachellenkalken), dunklen Sandkalken, Oolith und Mergelkalken. Ihre normale stratigraphische Abfolge ist wie auch die der vorher beschriebenen triassischen Serien meist gestört, da sie ebenfalls im Bereich der großen Subbriançonnaisüberschiebungszone der Mte. Bussaia - R^{ca}. Vanciarampi-Schuppe liegen. Die Aufschlüsse reichen im NW bis an den Gesso. Über den bunten Rätschiefern bzw. gelben Dolomiten und Rauchwacken der Mitteltrias folgen am SW-Hang der Mte. Guardiola - R^{ca}.

Vanciarampi-Kette zunächst meist einige Meter eines kompakten Fossilschuttkalkes (Lumachellenkalk), der z.T. fast nur aus Bruchstücken von Bivalven und Gastropodenschalen besteht. Der Schalenbruch ist unterschiedlich groß und schwankt zwischen einigen mm bis zu 1 cm. Dazu kommen Bruchstücke von Echinodermen und vermutlich von Schwammnadeln. Vereinzelt treten Foraminiferen- und Radiolarienreste auf.

Das Bindemittel des Fossilschuttkalkes ist stellenweise stark oolithisch, z.T. geht dieser in reine Oolithe über. Die einzelnen Ooide sind 0,2 bis 0,5 mm groß und haben überwiegend längliche, ovale Formen. Es finden sich auch Ooide von maximal 1 mm Durchmesser.

Der Fossilschuttkalk verwittert hell und zeigt im Anschlag graue bis bräunlich-graue Farbtöne. In den Lias-Rät-Aufschlüssen der Umgebung von Pallanfrè am Ende des Valle Grande di Vernante fehlt der Fossilschuttkalk, und der Oolith ist rein grau. Auch sind hier die Ooide durchschnittlich 1 mm groß. Der Oolith ist im Tal von Pascariund und im Joch der Verschuppungszone zwischen Mte. Pianard und R^{ca}. d'Orel aufgeschlossen (Abb. 2).

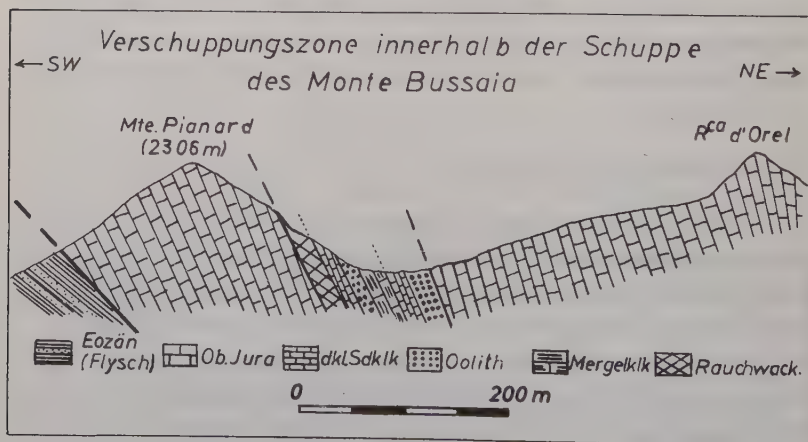


Abb. 2

Neben dem Fossilschuttkalk und Oolith treten noch dunkle Sandkalke und Mergelkalke des Lias-Rät unter den hellen Mittel-Oberjurakalken der Einheit des Colle di Tenda s.l. auf.

In dem meist trocken liegenden Bachbett des Jochs zwischen Mte. Pianard und R^{ca}. d'Orel befinden sich 100 m oberhalb des Gias Pianard dunkle, fast schwarze, bituminöse Kalke, die meist sandig sind. Die Quarzkorngroßen betragen 0,05 - 0,08 mm Ø. Die dunklen Sandkalke sind bis zum Joch hin aufgeschlossen (Abb. 2). Sie treten ebenfalls am SW-Hang der Kette des Mte. Guardiola - R^{ca}. Vanciarampi über den Oolithen und Fossilschuttkalken auf. Das SE-Ende dieser Lias-Trias-Aufschlüsse liegt am Passo del Canton. Dort folgt Verwitterungsschutt und nördlich und südlich Mittel-Oberjurakalke.

Fossilien wurden in den dunklen Kalken nicht gefunden. Es handelt sich aber sicherlich um die Liaskalke mit *Gryphaea arcuata* LAMK. und *Arietites bisulcatus* BRUG., die S. FRANCHI (1894) beschrieben hat, obwohl diese Formen nirgends nachgewiesen werden konnten. Auch A. ASCHERI (1955), der die Region zwischen Entracque Valdieri und Roaschia untersucht hat, und R. MALARODA (1957), der das nordwestliche Anschlußgebiet zwischen Gesso und Stura bearbeitete, haben diese Liasfossilien dort nicht gefunden.

Weiterhin treten neben den Oolithen, dunklen Kalken und Fossilschuttkalken noch hellgelblich anwitternde Mergelkalke auf, die meist gut gebankt sind. Im Anschlag zeigen sie oft dunkelgraue bis gelbliche Farben. Stellenweise sind sie stark dolomitisch. Ihr Alter ist leider nicht bestimmbar, da zahlreiche Dünnschliffe keine Fauna erbrachten. Ihrer Stellung zwischen den triassischen Rauchwacken, Dolomiten und bunten Schiefern und den mitteloberjurassischen Kalken nach, ist jedoch altersmäßig Lias am wahrscheinlichsten. Die Mergelkalke kommen mit den Rauchwacken, bunten Schiefern, Oolithen, Fossilschuttkalken und dunklen Sandkalken zusammen im Bereich der Sub-

briançonnaisüberschiebung vor, so z.B. im Tobel zwischen Pascariund und Stubiotta, wo sie ziemlich steil mit 75° nach SW einfallen und 160° streichen.

Dieser Aufschluß befindet sich an einer Bachgabelung etwa 60 m oberhalb des Weges, der auf 1.500 m am S-Hang des Mte. La Croce verläuft. Weiterhin liegen gute Aufschlüsse im Tal nördlich von Pallanfrè bei der Höhe 1.521 m, wo auch noch Oolithe auftreten, und im Erosionstrichter nördlich unterhalb des Bec dell'Omo (2.126 m). Dort liegen die gut gebankten Mergelkalke unter den bunten, sandigen Schiefern des Rät und fallen mit 35° nach SW ein.

Alle die im Absatz 1 beschriebenen Gesteine treten an keiner Stelle des Geländes im geschlossenen Verband auf. Sie sind stets mehr oder weniger tektonisch beansprucht. Eine verhältnismäßig vollständige, jedoch verschuppte Abfolge ist das schon erwähnte Vorkommen im Joch zwischen Mte. Pianard und R^{ca}. d'Orel. (Abb. 2)

2. Mittel - Oberjurakalke und -dolomite

Es sind überwiegend hellgraue, weißlich verwitternde, häufig marmorisierte Kalke. Seltener zeigen sie dunkelgraue bzw. hellrötliche Farben. Die hellen Kalke sind dickbankig und meist stark zerklüftet. Dadurch ist die Schichtung nur selten erkennbar. Vereinzelte Aufschlüsse zeigen auch dunkelgraue Flecken innerhalb der hellen Marmoralkalke, wie z.B. am Straßenaufschluß im SE der Schuppe des Mte. Sapè im Valle Grande vor der Flußgabelung des Rio Val Grande und des Rio Cornale. Häufig werden die Kalke stark dolomitisch und gehen in reine Dolomite über. Im tief eingeschnittenen Vallone Piocchia ist ein Übergang der hellen Oberjurakalke im Liegenden in dunkelgraue Kalke, die vermutlich schon dem mittleren Jura angehören, zu beobachten.

Faziell stellen die hellen, marmorisierten Malmkalke und -dolomite der Subbriançonnaiszone einen Übergang zur Guillestrefazies des reinen Briançonnaisjura dar.

Die starren Jurakalke des Malms, die typisch für die gesamten Westalpen sind, bilden sozusagen das Gerüst der Gebirgsstrukturen des bearbeiteten Gebietes. Sie zeigen neben dem Flysch flächenmäßig die größte Verbreitung und bilden zu diesen weichen Sedimenten für die Verwitterung einen starken Gegensatz, der durch die Morphologie des Gebietes klar zum Ausdruck kommt.

Infolge ihrer Zerklüftung und Sprödigkeit geben die Jurakalke die besten Aufschlüsse. Sie bilden auch die höchsten Erhebungen des Gebietes, so den Mte. Bussaia mit 2.451 m und die R^{ca.} d'Orel mit 2.439 m. Die Ketten des Mte. Bussaia - R^{ca.} Vanciarampi und die des Mte. Sapè (1.867 m) - Mte. Casternand (1.289 m) bei Roaschia werden in erster Linie von den Malmkalken und -dolomiten gebildet und stellen Schuppen dar. Nordwestlich des Mte. Casternand (1.289 m) verschmilzt die Mte. Sapè-Schuppe mit der Schuppe des Mte. Bussaia - R^{ca.} Vanciarampi zu einer Einheit. Beide Schuppen streichen dem Generalstreichen der Zone gemäß mit etwa 140°. Die Sapè-Schuppe fällt durchschnittlich mit 45° nach NE ein, während die Oberjurakalke am NE-Rand des Mte. Bussaia nach SW einfallen und am SW-Rand, d.h. am Kontakt zur Basisserie hin, wieder nach NE.

Die Sapè-Schuppe bildet nach SW eine über 100 m hohe, stark zerklüftete Steilwand. Die überkippt liegenden, dunkleren Kreidekalke unter den Jurakalken bilden morphologisch einen kleinen Absatz und sind schon von weitem gut von den hellen Marmorkalken des Jura zu unterscheiden (Abb. 3).

Innerhalb des großen Juraareals der Subbriançonnaiszone der Einheit des Colle di Tenda s.l. liegt eine SE-NW-streichende, etliche km sich erstreckende Doppelmulde von Kreide- und darauf gelegenen Eozänflyschserien. Die Doppelmulde wurde bereits von FRANCHI (1894) beschrieben. Sie ist am ausgeprägtesten zwischen den Jurakalkketten des Mte. Bussaia - Mte. La Croce und der Costa del Sapè, d.h. hier ist sie stratigraphisch am vollständigsten. Die Dop-

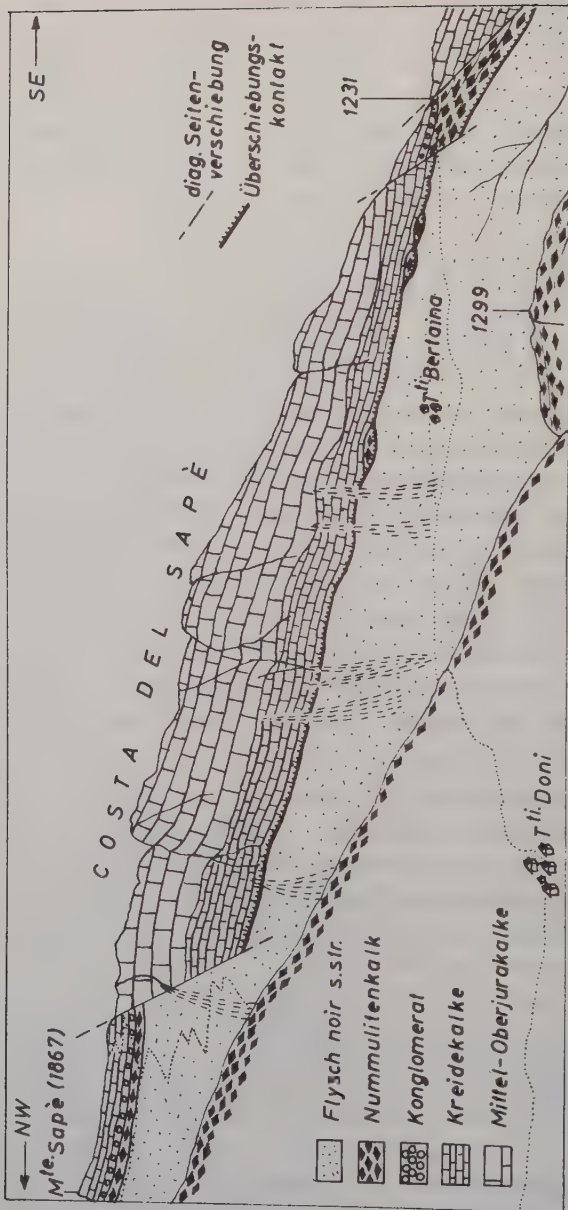


Abb. 3 Mte. Sapè - Schuppe vom Mte. La Croce aus gesehen.

pelmulde wird durch einen Antiklinalzug aus Mittel-Oberjurakalken, der in der Mitte verläuft in zwei Mulden geteilt, die gegeneinanderverlaufende Vergenzen aufweisen. Die südwestliche der beiden Mulden schließt sich im NE der Kette Mte. La Croce (1.957 m), Mte. Bussaia (2.451 m) und Mte. Testa (1.952 m) an. Sie ist, entgegen der allgemeinen SW-Vergenz der gesamten Zone, NE-vergent.

In beiden Mulden folgt auf den oft marmorisierten Tithonkalken transgressiv zunächst eine Serie von Unter- und Oberkreidekalken und -Schiefern, auf denen konkordant das Eozän liegt. Bei dem Eozän handelt es sich um den Subbriançonnaisflysch bzw. "Flysch noir s.str.", der hier mit Konglomeraten beginnt. Darauf folgen Nummulitenkalke, die meist in sandige fossilfreie Kalke übergehen, und schließlich als jüngstes Schichtglied der Subbriançonnaiszone eine Sandstein-Schiefer-Serie des oberen Eozäns, die der Mergelsandsteinserie der Basisserie entspricht.

Die NE-vergente Mulde beginnt am NW-Hang des Valle Grande bei Tetti Bedon (1.406 m) über den Jurakalken zunächst mit der Kreideserie. Weiter nach NW folgen darauf übereinander die Serien des Eozänflysch, die sich über das obere Vallone Pioccia bis zur Fontana Liret (1.797 m) fortsetzen. Von dort ab hebt sich die Muldenachse langsam nach NW, d.h. die Mulde wird immer flacher und besteht nur noch aus den Kreideserien wie bei Ciotta Fama und Fontana Sicis. Am Mte. Balur (1.827 m) endet schließlich die Mulde infolge des Ansteigens ihrer Muldenachse, und es folgt eine breite Zone von Oberjurakalken, die sich bis zum Gesso ausdehnt. Die Mulde setzt sich darin durch eine flache Faltung der Jurakalkbänke fort. Der südwestliche Muldenflügel der NE-vergenten Mulde, der entlang des Mte. La Croce - Mte. Bussaia nach NE überkippt liegt, wird nach NW immer steiler und steht im oberen Vallone Ciapusa, das die Mulde quert, fast senkrecht. Weiter nach NW, zum Mte. Balur hin, ist der südwestliche Muldenflügel nicht mehr überkippt und fällt mit $30 - 40^{\circ}$ nach NE ein (siehe hierzu die Profile I - V zur geol. Karte).

Es schließt sich nach NE der die Mulde teilende Antikli-

nalzug des Jurakalkes an. Dieser erstreckt sich zwischen Tetti Baro im Valle Grande di Vernante über das Vallone Pioccia, di Costa del Liret, der Pta. Baral und der Pta. Rocciaia bis schließlich zum Gessotal. Infolge der Zerklüftung der Jurakalke ist es jedoch oft sehr schwierig, Meßwerte zu nehmen, und es besteht dadurch auch die Möglichkeit, daß die Jurakalke in sich verschuppt sind.

Nach dem Querprofil von R. MALARODA (1957) soll das im Anschlußgebiet zwischen Gesso- und Sturatal der Fall sein. Die Mittel-Oberjurakalk-Antiklinale ist besonders gut im Valle Grande zwischen Tetto Muriat und Tetto Bedon aufgeschlossen. Hier hat sich der Rio Val Grande tief in die Gesteine der Subbriançonnaiszone eingeschnitten, und auf der NW-Seite des Flusses ist die Sattelumbiegung gut zu sehen. Sie liegt etwa 100 m unterhalb von Tetti Cucet. Durch die verbogenen Jurakalkbänke, die hier eine etwa 100 m hohe Steilwand bilden, kommt sie gut zum Ausdruck. Der nach SW fallende Sattelschenkel zeigt im NE von Tetto Bedon eine kleine NW-SE verlaufende Seitenverschiebung.

Zum Vallone Grande hin liegen unterhalb der Steilwände die für die Verwitterung der zerklüfteten Oberjurakalke typischen Schuttfächer. Dieselbe Antiklinale erscheint im oberen Vallone Franco und taucht ebenfalls im tief eingeschnittenen Cañon des Rio Pioccia wieder auf. Die Sattelachse streicht NW-SE. Sie taucht zunächst flach nach NW ab und steigt dann zur Costa del Liret hin wieder an, um zur Pta. Baral hin wieder abzutauchen. Weitere Aufschlüsse der Antiklinale befinden sich im Vallone Ciapusa und am Osthang des Valle della Freida.

Nordöstlich der Antiklinale schließt sich die SW-vergente Mulde an, die sich vom Valle Grande di Vernante bis zum Gesso gut verfolgen läßt. Sie verläuft ebenfalls SE-NW und setzt sich von Tetti Cardero am NW-Hang des Valle Grande über Tetto Bertaina, des Vallone Bartiulet, die Pta. Culet (1.421 m), die Pta. della Riva (1.350 m), Ciabot Garacet (1.076 m) bis zur Serra Monfranco (1.077 m), die am rechten Gessohang liegt, fort. Die Mulde liegt al-

so größtenteils am SW-Hang des Tales von Roaschia.

Der Schichtbestand des nach SW überkippt liegenden Muldenflügels, der durch die Costa del Sapè gebildet wird, ist nicht mehr vollständig ausgebildet, da dieser Muldenflügel in Form der Schuppe des Mte. Sapè teilweise auf seinen eigenen Eozänflysch-Muldenkern aufgeschoben ist. Unter den Jurakalken der Costa del Sapè liegen, wie schon erwähnt, die Kreidekalke, und die normalerweise folgenden Eozänkonglomerate und Nummulitenkalke sind nur im SE der Schuppe bei der R^{ca}. Cornale und im NW unterhalb des Gipfels des Mte. Sapè in einem durchgehenden Horizont vorhanden (Abb. 3).

Nordwestlich des Mte. Sapèjochs sind die Eozänflyschserien durch den Rio Bartiulet erosiv entfernt worden, und die Mulde besteht nur noch aus Kreidekalken.

Erst nordwestlich des Vallone Biale treten wieder Flyschkonglomerate und Nummulitenkalke bei der Pta. Culet im Muldenkern auf. In der Fortsetzung ist die Mulde durch eine diagonale Seitenverschiebung um ca. 300 m nach NE versetzt, und erst bei der Pta. della Riva treten etwas Eozänkonglomerate, die auf der Basis des Flysch liegen, auf. Die darauffolgenden Nummulitenkalke fehlen hier.

Zwischen Tetti Virotta, wo sie durch eine zweite Seitenverschiebung nach NE zurückspringen, und dem Valle San Bernardo wird die Mulde sehr schmal und besteht nur aus Kreidekalken; auch wird sie immer flacher, und im Valle San Bernardo fehlen die Kreideserien völlig, und es kommen die Jurakalke darüber zum Vorschein. Erst am Poggio Panetto tritt die Mulde mit flach einfallenden, normal liegenden Flanken wieder auf und reicht im Muldenkern bis zum Nummulitenkalk. Das gleiche wiederholt sich bei der Serra Monfranco, nur mit dem Unterschied, daß zwischen Poggio Panetto und Serra Monfranco die Kreidekalke noch in einem schmalen Streifen vorhanden sind.

Die Mulde von Serra Monfranco setzt sich nach S. FRANCHI (1894) jenseits des Gesso zwischen Cima Pissousa und Cima Saben fort und wurde dort von R. MALARODA (1957)

neu bearbeitet. Im Bereich der Jurakalke treten häufig Q-Klüfte auf, wie z.B. im Einschnitt des Rio Val Grande am SE-Ende der Schuppe des Mte. Sapè. Gerade die Schuppe des Mte. Sapè - Mte. Casternand zeichnet sich durch eine Vielzahl von diagonalen Seitenverschiebungen, die z.T. beträchtliche Längen erreichen, aus. Auf diese Gegebenheiten wird im Kapitel über die Tektonik der Subbriançonnaiszone näher eingegangen.

In der Mte. Bussaia - R^{ca}. Vanciarampi-Schuppe treten dagegen häufig Verschuppungszonen auf. Die längste Verschuppungszone erstreckt sich zwischen dem Passo del Canton und dem Gesso am SW-Hang dieser Bergkette. Hier sind die Grenzen der Serien der Trias und des Lias, die die Basis der Schuppe bilden, tektonisch überprägt.

Auch schaltet sich hier direkt am Überschiebungskontakt unter den triassischen Gesteinen ein sehr langes und schmales Band von kompakten Jurakalken ein. Nach S.FRANCHI (1894) soll es sich hierbei um die Fortsetzung der "kompletten Antiklinale des Mte. Pianard" handeln, deren SE-Flanke nordöstlich des Mte. Guardiola abtaucht. Die Untersuchungen am Mte. Pianard und entlang der erwähnten Überschiebungsbahn ergaben aber, daß es Verschuppungszonen sind. Bei der Annahme einer "kompletten Antiklinale" müßten sich auch die liassischen Serien über dem schmalen Jurakalkband wiederholen.

Die Schuppe des Mte. Sapè - Mte. Casternand setzt sich im Gegensatz zu der des Mte. Bussaia, die sich noch km-weit ausdehnt, nur etwa 300 m in das von D. RAATZ bearbeitete Gebiet am SE-Hang des Valle Grande fort. Das letzte allerdings abgescherte Ende der Mte. Sapè-Schuppe wird von der Höhe 1.166 m südlich Tetto Verna gebildet. Hier liegen die Nummulitenkalke des Subbriançonnaisflysch mit tektonischem Kontakt unter sowie mit Transgressionskontakt auf den Jurakalken dieser Schuppe. Daraus folgt, daß die Mte. Sapè-Schuppe möglicherweise aus einem abgequetschten Sattel hervorgegangen ist. Im Hangenden dieser Jurakalkschuppe sind jedoch von der R^{ca}. Cornale bis zum Mte.

Malma (1.153 m) keine Nummulitenkalke und ebenso keine Kreidekalke, die ja auch bei der erwähnten Höhe 1.166 m fehlen, mehr gefunden worden. Dafür legt sich die Sandstein-Schiefer-Serie des Priabon auf die Jurakalke der Mte. Sapè-Schuppe mit tektonischem Kontakt. Überhaupt tritt nach NE eine stärkere Verschuppungstendenz im Bereich der Subbriançonnais- und Briançonnaiszone auf.

Es finden sich erst wieder transgressiv auf Oberjurakalken aufruhende Nummulitenkalke nordöstlich von Roaschia. Die Jurakalke sind entlang einer durch ein schmales Band von Rauchwacken angezeigten Überschiebungsfäche von den Jurakalken der eigentlichen Mte. Sapè-Mte. Casternand-Schuppe getrennt. Zu einer völligen Abscherung der Nummuliten- bzw. Jurakalke ist es südöstlich davon bei Tetto Cudre gekommen, wo die Jura- und Nummulitenkalke ein isoliertes Gleitbrett innerhalb der Sandstein-Schiefer-Serie des Subbriançonnaisflysch bilden.

Ein weiteres, isoliertes Gleitbrett, das nur noch aus den Jurakalken besteht und ebenfalls mitten im Eozänflysch steckt, liegt bei Tetto Marghe Malaterra am Ende des Bralungiaales. Hier bilden die pultartig mit 50° nach NE einfallenden Jurakalke den Talschluß des Valle Bralungia. Beide Gleitbretter streichen etwa 140°. Zwischen ihnen stecken östlich Tetto della Colla winzige Schubfetzen von Jurakalken im Eozänflysch, was darauf hindeutet, daß die Gleitbretter ebenfalls zusammengehangen haben.

Nordwestlich der großen diagonalen Seitenverschiebung bei Roaschia schließen sich die Jurakalke des Colla Ruera - Mte. Cologne an. Sie sind entlang der Straße im Roaschiatal sehr gut aufgeschlossen. Hier herrscht allgemein gute Bankung vor. Am SW-Hang des Mte. Cologne sind innerhalb der Jurakalke nochmals Triasrauchwacken, -dolomite und -quarzite aufgeschlossen. An der Straße von Roaschia werden die Jurakalke südlich Tetti del Bandito am NE-Hang des Roaschiatales neuerdings zur Zementherstellung abgebaut. Früher lag ein solcher Zementsteinbruch zwischen

Tetti del Sabione und Tetti del Bandito im Gessotal. Der abgebaute Jurakalk wird später in einer in Entstehung begriffenen Zementfabrik im Valle Vermenagna bei Robilante verarbeitet. Eine andere sehr große Zementfabrik, die ITALCEMENTI, besteht schon lange bei Borgo S. Dalmazzo. Ihre Steinbrüche liegen in den Jurakalken der Briançonnaiszone beiderseitig des Gesso bei Brignola.

Der Fossilinhalt der Oberjurakalke beschränkt sich in der Hauptsache auf Crinoidenreste, meist Stielglieder, u.a. von Pentacrinus. Dünnschliffe erbrachten z.T. Radiolarien und Foraminiferenreste. Es wurden jedoch auch unbestimmbare Korallenstöcke, Ammoniten- und Aptychenreste gefunden. Nach S. FRANCHI (1894) soll es sich bei den Korallen um die Gattung Calamophyllia handeln. Im allgemeinen sind die marmorigen Kalke jedoch sehr fossilarm.

Charakteristisch für die Verwitterung der zerklüfteten Oberjurakalke sind die großen hellen, weithin erkennbaren Schuttfächer unterhalb der Steilwände und Hänge. Es finden sich auch innerhalb der Schuppen große Erosionstrichter, die von steilen Wänden mit Schuttfächern umgeben sind.

c. Kreide

Die Kreideserie der parautochthonen Einheit des Colle di Tenda s.l. (Subbriançonnaiszone) tritt in dem schon erwähnten Bereich der Doppelmulde zwischen der Mte. Bussaia - R^{ca}. Vanciarampi-Schuppe und der Schuppe des Mte. Sapè - Casternand bzw. dem SW-Hang des Roaschiatales auf. Die Serie ist im allgemeinen recht gut aufgeschlossen. Sie wurde schon von S. FRANCHI (1894) in seiner Arbeit über das Tithon und die Kreide der italienischen Meeralpen beschrieben. Nach S. FRANCHI handelt es sich hier um eine Synklinale, die sich in NW-Richtung zweiteilt. Die Schichtglieder der Synklinale setzen sich nach S. FRANCHI ausschließlich aus Kalken der Unterkreide (Neokom) und dem darauflagernden "Nummulitikum" zusammen.

Wie L. ZAPPI (1960) in ihrer mikropaläontologischen Arbeit über die im Vallone Pioccia gut aufgeschlossene Kreide-

serie schreibt, handelt es sich jedoch nicht nur um untere Kreide, sondern in der Hauptsache um Cenoman, Turon und unteres Coniac. Die Alterseinstufung erfolgte hauptsächlich durch Globotruncamen. Zahlreiche Dünnschliffproben erbrachten leider nur schlecht erhaltene Foraminiferen - hauptsächlich Globotruncanenreste, die infolge tektonischer Beanspruchung des Gesteins stark umkristallisiert und dadurch nicht genau zu bestimmen sind.

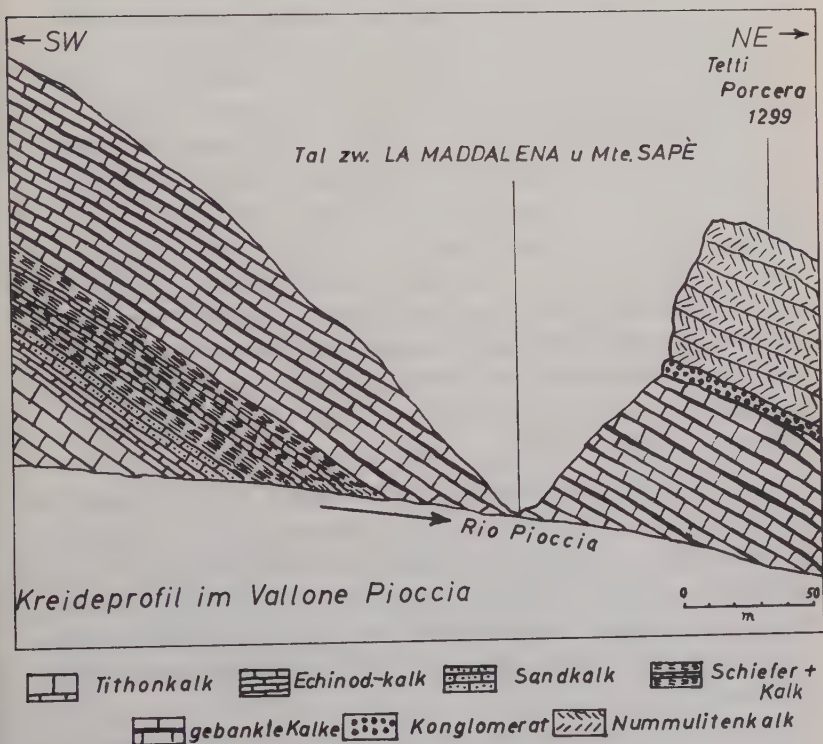


Abb. 4

Im Vallone Pioccia ist die Kreideserie am vollständigsten entwickelt und gut aufgeschlossen. Dort sind vier verschiedene Schichtglieder der Subbriançonnaiskreide zu unterscheiden, die im folgenden in chronologischer Reihenfolge beschrieben werden (Abb. 4). Sie stimmen nicht mit den von L. ZAPPI beschriebenen "4 tipi litologici" überein.

1. Echinodermenkalke

Auf die Malmkalke der Einheit des Colle di Tenda s.l. folgen im Bereich der Doppelmulde konkordant zunächst grobspätige Kalke mit Echinodermenresten und Belemniten. Diese sehr typischen Spatkalke sind im Gelände leicht zu erkennen. Die Echinodermenkalke sind im verwitterten Zustand an der Gesteinsoberfläche gelblich grau, im frischen Bruch dunkelgrau bis bräunlich. Sie erreichen Mächtigkeiten von 5 bis 15 m und sind vorwiegend gut gebankt (Abb. 4). Die einzelnen Bänke sind 20 - 40 cm dick. Sie bestehen teilweise fast ausschließlich aus verspateten Crinoidenbruchstücken. Die darin vorkommenden recht großen Belemniten sind stets umkristallisiert. Abgesehen davon, daß sie häufig durch die tektonische Durchbewegung des Gesteins in mehrere Teile zerbrochen sind, ist ihr Erhaltungszustand durchweg so schlecht, daß sie nicht näher bestimmt werden können.

Nach S. FRANCHI (1894) sollen einige Belemniten dieser Kreideserie der Gattung *Duvalia* angehören, die für das Neokom leitend ist. Sie wurden von FRANCHI bei Tetto Monfranco am nordwestlichsten Aufschluß der Kreide-Eozän-Mulde am SW-Hang des Roaschiatales gefunden. Trotz ständigen Suchens konnten jedoch nirgends Duvalien entdeckt werden.

Im Schliffbild ist nur wenig Quarz zu erkennen. In der Hauptsache bestehen die Kalke jedoch aus verspateten Schalenresten von Echinodermen.

L. ZAPPI (1960) beschreibt folgende Fossilien der Echinodermenkalke:

Reste von:	Crinoiden
	Asteroiden
	Ophiuroiden
Foraminiferen:	Textularien
	Rotaliidae
	Bolivina
	Ammodiscus (?)
	Globigerina (?)

Kalzitisierte Radiolarien, sehr selten schlecht erhaltene Tintinnidae, Calpionelle elliptica CADISCH.

Das Alter ist sicher Unterkreide (Neokom), obwohl Calpionella elliptica CADISCH auch im Tithon vorkommt.

Die Echinodermenkalke entsprechen offensichtlich dem tipo 1 und tipo 2 von L. ZAPPI, da in beiden Echinodermen Belemniten und Foraminiferen vorkommen und sie sich faunistisch sehr stark ähneln.

2. Sandkalke

Im Hangenden gehen die Echinodermenkalke im Piocciatal in sandige, dickbankige Kalke über (Abb. 4). Diese Sandkalke sind dunkelgrau bis braun und frei von Belemniten.

Sie erreichen im Vallone Pioccia eine Mächtigkeit von 8 - 10 m. U.d.M. sind gleichmäßig im Kalk verteilte, in der Regel 0,1 - 0,2 mm große Quarzkörner zu erkennen.

Im Liegenden der Sandkalke kommen vereinzelt völlig unkristallisierte Echinodermenreste vor. Sonst wurden jedoch keine Fossilien gefunden. Es handelt sich aber sicherlich noch um Unterkreide, da noch Echinodermenreste anzutreffen sind und die darüber folgenden Serien, durch Globotruncanen belegt, der Oberkreide angehören (siehe Absatz 3 und 4).

3. Schiefer und Kalke

Über den Sandkalken schließt sich konkordant eine Serie von Schiefer an, in die nur wenige Kalkbänke eingelagert sind. Die Schiefer sind dunkelgrau bis schwarz, die Kalke heller. (Abb. 4)

Diese Serie erreicht im Piocciatal eine Mächtigkeit von 20 bis 30 m. Sie gehört schon in die Oberkreide, denn in den Kalkbänken wurden nicht näher bestimmbare Globotruncanen gefunden.

4. Gebankte Kalke

Schließlich geht die schiefrig-kalkige Serie in eine etwa 50 - 100 m mächtige Folge von gut gebankten, dunkelblaugrauen Kalken über, die oft sehr dünne Schieferzwisehenlagen aufweisen. Die einzelnen Bänke können sehr unterschiedliche Mächtigkeiten haben, die aber 1 m nicht überschreiten (Abb. 4). Stellenweise ist die Serie im 10 m-Bereich verfaltete. Im Hangenden treten z.T. sandige Partien auf. Bei tektonischer Beanspruchung, wie z.B. unterhalb der Jurakalke der Mte. Sapè-Schuppe, sind die gebankten Kalke geschiefert und zerfallen nach Anschlag dünnplattig. Die allerdings geringfügige Verfaltung der gebankten Kalke ist gut unterhalb der Höhe 1.190 m im Vallone Pioccia zu sehen. Hier streichen die Kalkbänke senkrecht zum Flußverlauf des Rio Pioccia und bilden eine kleine Steilwand auf der Südseite des Tales. Diese durch die gebankten Kreidekalke bedingte Steilwand setzt sich nach SW bis zu dem kleinen Joch der Höhe 1.393 m fort. Das Tal im NW davon entspricht der weichen und dadurch rascher abgetragenen schiefrig-kalkigen Serie, die unter den kompakten Kalkbänken liegt.

Die unter Absatz 3. und 4. beschriebenen Kreideserien entsprechen dem "tipo litologico 3" von L. ZAPPI. Der "tipo 4" umfaßt nach L. ZAPPI eine mögliche Übergangsserie in die darauffolgenden Eozänkonglomerate, die ganz im Hangenden der z.T. sandigen, gebankten Kreidekalke liegt. Die petrographische Unterscheidung erfolgte mikroskopisch. Im Gelände läßt sich dieser nur stellenweise auftretende Horizont nicht auskartieren.

Die gebankten Kalke der Kreide enthalten nach L. ZAPPI folgende Mikrofossilien:

Inoceramusprismen

Textularia

Bolivina

Anomalina

Rotalipora appenninica (O. RENZ)

Rotalipora cushmani (MORROW)

Globotruncana lapparenti BROTZEN coronata BOLLI

Globotruncana lapparenti BROTZEN tricarinata QUEREAU

Globotruncana lapparenti BROTZEN angusticarinata

GANDOLFI

Globotruncana cf. renzi GANDOLFI

Globotruncana cf. sigali REICHEL

Das vergesellschaftete Auftreten von Rotalipora appenninica (O. RENZ) und Rotalipora cushmani (MORROW) im Liegenden der gebankten Kalke spricht für obercenomanes bis unterturonales Alter, höchstens aber für Coniac.

Es folgen darüber die Globotruncanen der Lapparenti-Gruppe sowie Globotruncana renzi GANDOLFI und Globotruncana sigali REICHEL, letztere treten nach R. GANDOLFI nicht höher als im Turon auf.

Im Gelände treten durchgehend nur die Echinodermenkalke der Unterkreide und darüber die gebankten Kalke der Oberkreide auf. Die Sandkalke und die weiche, schiefrig-kalkige Serie sind nur stellenweise vertreten bzw. z.T. auch tektonisch unterdrückt. Insgesamt ergibt sich eine Mächtigkeit der Kreideserie des Neokom bis Turon von 120 - 150 m.

Im folgenden werden die Lokalitäten der Kreideserie kurz beschrieben. Die Verbreitung dieser Serie liegt im Bereich der schon im Abschnitt a. beschriebenen Doppelmulde innerhalb der Jurakalke der Subbriançonnaiszone zwischen Valle Grande di Vernante und Valle Gesso. Gute Aufschlüsse der Belemniten führenden Echinodermenkalke des Neokoms, die an der Basis der Kreideserie liegen, befinden sich am NE-Rand der Vorberge des Mte. La Croce, Bric dell'Omo und Mte. Bussaia, d.h. im überkippten Flügel der NE-vergenten Mulde. Hier fallen die Echinodermenkalke durchschnittlich mit 70° steil nach SW ein und bilden einen Absatz unterhalb der Steilwände Tithonkalke der Mte. Bussaia-Schuppe. Auf die Echinodermenkalke folgen die gebankten Kalke der Oberkreide.

Der normal liegende Muldenflügel auf der NE-Seite der Mulde geht in eine weit gefaltete Antiklinale über. Diese ist im Valle Grande unterhalb Tetti Cucet gut zu sehen, und der nach NE einfallende Sattelschenkel zeigt gute Aufschlüsse der Kreideserie (von S nach N) bei Tetto Muriat im Valle Grande, im oberen Vallone Franco, wo reine Echinodermenspatkalke auftreten, bei Tetti Luison und schließlich nördlich Tetti Barbusett bis zum Vallone Pioccia und Valle Cornale, wo die gebankten Oberkreidekalke große Mächtigkeiten erreichen.

Weiterhin liegen gute Aufschlüsse bei Tetti Doni am Nordhang des Piocciatales, ebenso auf der gegenüberliegenden Seite bei der Höhe 1.426 m. Die Sattelumbiegung kommt dort wieder gut zum Ausdruck. Die Fortsetzung der NE-vergenten Kreide-Eozänflysch-Mulde besteht nordwestlich der Fontana Liret (1.797 m) nur noch aus Kreide, d.h. der den Muldenkern bildende Flysch ist abgetragen, da die Mulde immer flacher wird und sich nach NW hinaushebt. Am Mte. Balur (1.827 m) liegen dadurch die letzten Aufschlüsse der Kreidekalke dieser Mulde.

Die sich jenseits der Antiklinalstruktur anschließende SW-vergente Mulde zeigt unterhalb der Jurakalke der Mte. Sapè-Schuppe nur die gebankten Kalke der Kreideserie. Die Echinodermenkalke sind vermutlich tektonisch unterdrückt. Die gebankten Kalke liegen hier in dem nach SW überkippten Muldenflügel, der die Mte. Sapè-Schuppe bildet, und zeigen infolge der tektonischen Durchbewegung eine intensive Schieferung. Dadurch zerfallen die Kreidekalkbänke dünnplattig. Infolge der zahlreichen diagonalen Seitenverschiebungen der Mte. Sapè-Schuppe sind die Kreidekalke mehrfach gegeneinander versetzt worden.

Der Gipfel des Mte. Sapè (1.867 m) wird von gut gebankten, stellenweise sandigen Kreidekalken gebildet. Unter diesen liegen dort Konglomerate, Nummulitenkalke und Sandkalke des parautochthonen Eozänflysch, der den Muldenkern der SW-vergenten Mulde bildet. Die Aufschiebung der Mte. Sapè - Mte. Casternand-Schuppe erfolgte südöstlich

des Sapè-Gipfels unterhalb der Kreidekalke und im NW jenseits der diagonalen Seitenverschiebung, die östlich des Gipfels verläuft, entlang des Grenzkontaktes zwischen Jura und Kreide. Dies ist gut unterhalb des Jurasteilhanges nordöstlich Tetto Malanoce zu beobachten.

Infolge der tektonischen Beanspruchung sind die Fossilien der Kreidekalke im Liegenden der Mte. Sapè-Schuppe restlos umkristallisiert. Bei einigen Schliffen ist zu vermuten, daß es sich um Globotruncanen gehandelt hat.

Nordwestlich des Mte. Sapè wird die SW-vergente Mulde wiederum nur durch die Kreideserie gebildet, d.h. die Eozänserien im Hangenden fehlen. Diese stellen sich erst bei der Pta. Culet (1.421 m) wieder ein (siehe Profil V). Unterhalb der Jurakalke der Costa del Sapè liegen gute Kreideaufschlüsse, ebenso am W-Hang des oberen Vallone Biale, wo besonders die Echinodermenkalke gut entwickelt sind. Diese stecken hier voller umkristallisierter Belemniten. Am oberen Ende des Hanges verläuft östlich des Mte. Testas (1.830 m) eine sich nach N weit ausdehnende diagonale Seitenverschiebung, und die Kreidekalke stoßen dort direkt gegen eine nahezu senkrechte Störungswand der Oberjurakalke. In der weiteren Fortsetzung der Mulde springen die Kreidekalke bei Tetto Malanoce durch die gleiche Seitenverschiebung um etwa 300 m nach N zurück. Im Bereich der Störung sind die Aufschlüsse durch Verwitterungsschutz und Pflanzenbewuchs schlecht, und sie werden erst auf dem schmalen Kamm zwischen Colla Busunera (1.357 m) und Pta. della Riva (1.350 m) besser. Dünnschliffe aus den gebankten Kreidekalken erbrachten hier zahlreiche umkristallisierte, verkieselte Globotruncanenreste. Hier liegt auch ein kleiner Aufschluß von Eozänkonglomeraten, die sich über den Kreidekalken einschalten (siehe Profil VI).

Der NE-Kontakt der Kreideserie zu den Oberjurakalken der Schuppe des Mte. Casternand, die die Fortsetzung der Mte. Sapè-Schuppe darstellt, ist tektonisch. Eine weitere ausgedehnte diagonale Seitenverschiebung, die westlich

Roaschia verläuft, setzt sich vermutlich in das untere Vallone della Freida fort, ist jedoch durch die Verwitterungsschuttbedeckung des Tales nicht nachzuweisen. Bei Tetti Virotta sottana liegt in einem kleinen Tälchen ein winziger Aufschluß von gebankten, schiefrigen Kreidekalcken mitten im Verwitterungsschutt. Die sich nordwestlich der vermutlichen Seitenverschiebung weiter ausdehnende SW-vergente Mulde verläuft am SW-Hang des Roaschiatales zwischen Ciabot Stringa und T. Crivella. Sie wird dort recht schmal und besteht wieder nur noch aus Kreidekalcken, die auf den Oberjurakalken der Einheit des Colle di Tenda s.l. liegen (siehe Profil VII).

Nach NW schließt sich das Tal von San Bernardo an, wo auch die Kreidekalcke der Mulde erosiv entfernt sind und die darunterliegenden Jurakalcke zum Vorschein kommen. Der NW-Abschluß der inzwischen flach gewordenen Mulde wird von den Erhebungen des Poggio Panetto und der Serra Monfranco gebildet. Bei Tetti Tabanot (Poggio Panetto) liegen gute Aufschlüsse der Echinodermenkalcke. Sie führen dort zahlreiche Belemniten, die infolge tektonischer Durchbewegung des Gesteins in mehrere Teile zerbrochen sind, die später mit Kalzit wieder verheilten. Über den Kreidekalcken treten hier noch Konglomerate und Nummulitenkalcke des Eozäns auf. Eine weitere Fortsetzung der Mulde liegt dann erst jenseits des Gessotales zwischen Cima Pissousa und Cima Saben.

d. Eozänflysch : Tendapaß-Serie (Subbriançonnaisflysch)

Der Eozänflysch der parautochthonen Subbriançonnaiszone wird im Arbeitsgebiet von der Tendapaß-Serie gebildet, d.h. es handelt sich um den Flysch der Einheit des Colle di Tenda s.l..

M. RICHTER (1961) schlägt vor, nur noch diesen Subbriançonnaisflysch als "Flysch noir" zu bezeichnen. In der französischen Literatur werden nämlich Teile der Buntschieferserie, die die Basis des Oberkreideflysch im Embrunais - Ubaye und in West-Ligurien bildet, und auch

der Mergel-Sandstein-Komplex der autochthonen Basisserie als "Flysch noir" angegeben, so daß eine Verwirrung in der Nomenklatur entstand. Die drei unterschiedlichen "Flysch noirs" liegen jeweils in verschiedenen tektonischen Einheiten und können daher schlecht mit demselben Begriff bezeichnet werden.

Die von den französischen Geologen stammende Bezeichnung "Flysch noir" paßt für den parautochthonen Subbriançonnaisflysch gut, da es sich hierbei um sehr dunkle Gesteine handelt. Der "Flysch noir s.str." liegt im Arbeitsgebiet über den im vorigen Abschnitt beschriebenen Kreidekalken unter Zwischenschaltung von Konglomerat^{en} und Nummulitenkalken und bildet die Kerne der beiden schon erwähnten zweiseitig vergenten Mulden, die sich zwischen den Jurakalkketten des Mte. Bussaia - Mte. Guardiola und Mte. Sapè - Mte. Cologne ausdehnen. Auch im Hangenden dieser letztgenannten Kette, die sich zwischen Valle Grande di Vernante und Valle Gesso erstreckt, liegt noch "Flysch noir s.str.". Dieser Eozänflysch beginnt in der Einheit des Colle di Tenda s.l. mit einem Konglomerat, das in erster Linie aus Kristallingeröllen besteht. Es liegt transgressiv auf den gebankten Kalken der Oberkreide. Teilweise wird dieses Konglomerat im Hangenden nummulitenführend. Es folgt ein stark sandiger, dunkler Nummulitenkalk des Ypern-Lutet, der in sandige Kalke und schließlich in eine Folge von Sandsteinen und Schiefern ("Flysch noir s.str.") übergeht. In südöstlicher Richtung setzen sich diese Eozänflyschserien über den NE-Hang des Bec Baral zum Colle di Tenda fort.

Der "Flysch noir s.str." zeigt im Arbeitsgebiet eine deutliche Verwandtschaft zur autochthonen Basisserie. Nur beginnt der Eozänflysch der parautochthonen Subbriançonnaiszone der Einheit des Colle di Tenda s.l. im allgemeinen mit dem Konglomerat, und der darauffolgende Nummulitenkalk ist überwiegend in stark sandiger Fazies ausgebildet. Die Sandstein-Schiefer-Serie oder "Flysch noir s.str." entspricht der Mergel-Sandstein-Serie (Grès d'Annot) der Basisserie, zeigt jedoch geringere Mächtigkeiten

der einzelnen Sandstein- bzw. Schieferlagen, d.h. der Wechsel erfolgt rascher.

Der Flysch des parautochthonen Gebietes ist - sieht man vom Nummulitenkalk ab - in rein sandig-tonschieferiger Fazies ausgebildet; aber auch der Nummulitenkalk ist überwiegend sandig, und an einigen Stellen kann man ihn sogar als Nummulitensandstein bezeichnen. Die Gesteine der parautochthonen Flyschzone zeigen sehr dunkle Farbtöne.

Nach M. LANTEAUME (1958) stammen die Kristallingerölle der Konglomerate des "Flysch noir s.str." aus einer zu Beginn des Eozäns bestehenden Schwellenzone, die zwischen dem heutigen Autochthon-Parautochthon des Mercantourmassivs und der Briançonnaiszone lag. Die Gesteine der parautochthonen Eozänflyschserie sind also in einem eigenen Becken zum Absatz gekommen, und der Sedimentspender dafür war die Schwellenzone, d.h. auch der sandige Nummulitenkalk und die Sandsteine des Subbriançonnaisflysch wurden mit detritischem Material aus der Schwellenzone beliefert.

Bei den Kristallingeröllen handelt es sich, wie u.a. LANTEAUME festgestellt hat, in der Hauptsache um permische Biotitrhysolithe (Quarzporphyre mit Biotit), die er ganz im Sinne von S. CONTI, D. ZACCAGNA und S. FRANCHI nach dem Mte. Besimauda, einem der höchsten Berge der Briançonnaiszone dieser Gegend, *Besimaudite* nennt. Die Quarzporphyrgerölle können nicht aus dem Mercantourmassiv stammen, da diese Gesteine dort nicht vorkommen. Sie entsprechen aber den permischen Kristallingesteinen der Briançonnaiszone, wie sie z.B. am *Mte. Besimauda* und an der Pta. Marguareis auftreten. Die Schüttung der Konglomerate und Sandsteine erfolgte von *E* her, was aus der Verteilung der konglomeratischen Gesteine und der Abnahme ihrer Gerölldurchmesser nach *W* hervorgeht (M. LANTEAUME 1958). Nach S. FRANCHI (1906) dagegen sollen die Porphyre der Gerölle denen der R^{ca} dell'Abisso entsprechen, diese gehört bereits zum Mercantourmassiv; und durch das Eozänkonglomerat soll die Hebung des Mercantourmassivs, die vor der Bildung des "Nummulitikums" stattgefunden hat,

zum Ausdruck kommen.

Wie aber A. ROCCATI (1909) schon festgestellt hat, handelt es sich bei dem von FRANCHI beschriebenen Porphyren der R^{ca}. dell'Abisso um porphyrische Arkosen.

Nach R. MALARODA (1957) sollen sich die Porphyre der Konglomeratgerölle von denen des Mte. Besimauda durch das "absolute Fehlen" von Kalifeldspat unterscheiden. Im Arbeitsgebiet sind jedoch die Porphyrygerölle des Eozänkonglomerats, wie zahlreiche Dünnschliffe zeigen, kalifeldspatführend.

Der eozäne "Flysch noir s.str." oder Subbriançonnaisflysch wird in Frankreich von der parautochthonen Einheit des Ubaye gebildet. An seiner Basis treten dort zahlreiche mesozoische Schuppen und Gleitbretter in Subbriançonnaisfazies auf. Der Ubayeflysch wird etwa 2.000 m mächtig. Jenseits des Colle Maddalena, der das NW-Ende des schmalen Flyschstranges, in dem das Arbeitsgebiet liegt, bildet, breitet sich der Ubaye- oder Subbriançonnaisflysch mit großen Mächtigkeiten südlich des Fensters von Barcelonnette aus.

Unter den Flyschmassen des Embrunais (Oberkreideflysch) und Umbaye (Eozänflysch) kommen im Fenster von Barcelonnette autochthone helvetische Gesteine in Dauphinéfazies zum Vorschein. Sie bestehen hauptsächlich aus den dunklen, mergeligen Schiefern und Kalken des mittleren Doggers bis unteren Malm, die in den französischen Westalpen als "terres noires" bezeichnet werden. Auf der Nordseite des Fensters ist nur noch ganz wenig Ubayeflysch vorhanden, und bei Jausiers, östlich Barcelonnette, liegt schon die tektonisch höhere Einheit des oberkretazischen Embrunaisflysch, der sich über dem Ubayeflysch einschaltet, direkt auf den "terres noires" (siehe dazu M. RICHTER 1961, Abb. 5, Seite 126).

Der parautochthone Ubayeflysch, wie er etwa im Cayolletal, südlich von Barcelonnette auftritt, unterscheidet sich faziell etwas vom Subbriançonnaisflysch der Einheit des Colle di Tenda s.l. (Tendapaßserie). Er besteht im Tal,

das zum Col de Cayolle führt, in der Hauptsache aus einer mächtigen Folge von dunklen Kalkmergeln, die sandig und stets leicht phyllitisch sind und vereinzelt Sandstein- sowie Brekzieneinschaltungen aufweisen.

In der Tendapaßserie wird der Flysch dagegen in erster Linie von einer Wechselfolge schwarzer, phyllitischer Schiefer mit Sandsteinen vom Typus Grès d'Annot gebildet. Allerdings tritt in dem von D. RAATZ bearbeiteten Nachbargebiet eine Serie von Sandkalken und -mergeln auf der Costa degli Artesin mitten im "Flysch noir s.str." auf, die dem Ubayeflysch ähneln. Dieser ist jedoch im Val de Cayolle viel stärker tektonisch durchbewegt, was durch die dort überall auftretende intensive Lineation in B und durch die starke Verfaltung bei gleichzeitiger Gleitbrettbildung zum Ausdruck kommt.

1. Transgressionkonglomerat

Unter dem Nummulitenkalk liegt fast überall im parautochthonen Gebiet der Einheit des Colle di Tenda s.l. ein Konglomerat, das hauptsächlich aus Kristallingeröllen besteht. Dabei handelt es sich, wie schon erwähnt, in erster Linie um permische Biotitrhyolithe. Ein typisches Schliffbild zeigt das Konglomerat am Nordosthang des Mte. La Croce.

Die Matrix ist mikrokristallin, häufig kam es zu Serizitbildung. Sie steckt voller rundlicher Sphärokristalle, die aus Quarz-Feldspatverwachsungen bestehen. Die Quarzeinsprenglinge in der Grundmasse sind abgerundet und zeigen Resorptions-schläuche. Die Dihexaederform ist jedoch deutlich zu erkennen. Die Quarzdihexaeder stecken voller Serizit- und Matrixeinschlüsse und zeigen Böhm'sche Streifen, eine interne Reliktstruktur. Daneben kommen Kalifeldspat- und restlos serizitisierte Plagioklaseinsprenglinge sowie entfärbte Biotitleisten vor. Selten ist auch Orthit zu finden. In der Grundmasse ist vermutlich Kalkspat enthalten.

Neben den Kristallingeröllen finden sich, allerdings nur vereinzelt und untergeordnet, auch Bestandteile der Sedimentgesteine der untergelagerten Serien im Konglomerat. Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Oberjura-, wahrscheinlich aber auch um Kreide- und Triaskalkgerölle. Ganz

im NW des Arbeitsgebietes treten in einer Konglomeratschuppe innerhalb der Jurakalke bei Tetti del Bandito am Gesso auch Serizitschiefer und schiefrige Sandsteine auf, die vermutlich paläozoisch sind.

Das Konglomerat transgrediert im Arbeitsgebiet überall auf die gebankten Oberkreidekalke der Subbriançonnaiszone. In dem von D. RAATZ bearbeiteten Anschlußgebiet, das sich zum Colle di Tenda hin ausdehnt, fehlen die Kreidekalke fast überall, und das Konglomerat liegt transgressiv auf den Oberjurakalken des NE-Hanges des Bec Brusata, - Bec Matlas - Colle di Tenda.

Der Durchmesser der Konglomeratgerölle liegt normalerweise bei 5 bis 10 cm. Je nach Verwitterungszustand zeigt das Konglomerat grünliche, gelbliche oder bräunliche Farben. Das Bindemittel ist fast überall rein sandig und hat etwa die Zusammensetzung der Sandsteine vom Typus Grès d'Annot, wie sie in der Basisserie vorkommen.

U.d.M. sind folgende Minerale im Konglomeratzement zu erkennen:

Vorwiegend Quarz in eckigen Körnern, die unterschiedliche Größen besitzen und undulöse Auslöschung zeigen. Daneben findet sich reichlich Kalifeldspat, Serizit und weniger häufig Plagioklas. Die Matrix ist kalkig-kieselig bis serizitisch.

Die Mächtigkeit des Konglomerats liegt normalerweise zwischen 5 und 10 m. Stellenweise wird es aber auch 30 bis 100 m mächtig, so z.B. bei Tetti Cucet am SE-Ende der NE-vergenten Mulde, ebenfalls bei Tetti Panetto und Tetti Bandito ganz im NW der Muldenzone.

Lokal treten im Bindemittel des Konglomerats Nummuliten auf; wie beispielsweise im oberen Piocciatal hinter Tetti Doni. Die Nummuliten stammen aus dem Hangenden des Konglomerats und sind in dessen Zement erstaunlich gut erhalten geblieben. M. LANTEAUME (1957) hat die gleiche Beobachtung am Colle di Tenda gemacht. Dort soll es sich um Nummulites aturicus J.L. handeln. Damit käme zumindest für die Hangendpartie des dortigen Konglomerats oberlutetisches Alter in Frage. Da aber an der Basis des Nummuliten-

kalkes, der unter dem Mte. Sapè auftritt, nach der Bestimmung von H. HAGN *Nummulites planulatus* LAM. vorkommt, der für das Cuise (ob. Ypern) leitend ist, muß die Bildung des Konglomerats des Arbeitsgebietes zumindest schon im Ypern begonnen haben. Der Nummulitenkalk des Mte. Sapè liegt in der SW-vergenten Mulde, die sich vom Valle Grande bis zum Valle Gesso ausdehnt.

Das Transgressionskonglomerat an der Basis des Nummulitenkalkes ist im Gebiet der Doppelmulde zwischen Mte. Bussaia- und Mte. Sapè-Schuppe meist gut aufgeschlossen.

Bei Tetto Bedon, in der im Gelände gut sichtbaren Umbiegung der NE-vergenten Mulde unterhalb des Mte. La Croce erreicht das Konglomerat, wie auch in der Sattelumbiegung des Höhenrückens von La Maddalena, außergewöhnliche Mächtigkeiten bis zu 100 m. Bei Tetto Bedon stehen bis zu 30 m hohe Konglomeratfelsen an; sie bilden die Höhe 1.400 m.

Der Bergrücken von La Maddalena bildet die Sattelumbiegung zwischen den verschieden vergenten Mulden. Durch die Erosion sind die Kreidekalke unter dem Konglomerat in einem schmalen Einschnitt bis hoch zur Höhe 1.777 m der Gianot, nordwestlich oberhalb von Tetti Doni aufgeschlossen.

Ein schmales Band von Konglomeraten zieht unterhalb der überkippt liegenden Kreidekalke des Mte. Sapè entlang. Nach NW setzen die Eozänflyschaufschlüsse der Tendapaßserie aus, und erst bei der Pta. Culet (1.421 m) treten wieder verhältnismäßig geringmächtige Konglomerate unter dem sandigen Nummulitenkalk, der diese Anhöhe bildet, auf. In nordwestlicher Richtung fehlt die Eozänserie wieder. Sie wird durch eine etwa N-S verlaufende diagonale Seitenverschiebung westlich der Pta. Culet abgeschnitten und ist nur noch im Verwitterungsschutt zu finden.

Auf dem Höhenrücken zwischen Colla Busunera und Pta. della Riva (1.330 m) liegt ein kleines Vorkommen von Konglomeraten, die auf den gebankten Kalken der Subbrianconnaisoberkreide liegen. Der normalerweise darüber liegende Nummulitenkalk ist vermutlich erosiv entfernt worden. Im weiteren Verlauf der SW-vergenten Mulde treten

zwischen Valle della Freida und Valle S. Bernardo nur Kreidekalke auf. Im Tal von S. Bernardo fehlen auch diese, nordwestlich davon aber, bei Poggio Panetto und Serra Monfranco ist die Mulde wieder von der Kreide über das Konglomerat bis zum Nummulitenkalk vollständig ausgebildet. Unter den Nummulitenkalcken, die die Höhe 1.076 m des Poggio Panetto bilden, wird das Konglomerat sogar mit etwa 100 m besonders mächtig. Dies ist auf der NE-Flanke der inzwischen flach gewordenen Mulde zu beobachten. An der nordwestlich sich anschließenden Anhöhe der Serra Monfranco wird die Mächtigkeit wieder geringer.

Ein anderes, nur aus dem Konglomerat des Untereozäns bestehendes Muldenelement ragt im äußersten N bei Tetti del Bandito ein kurzes Stück ins Arbeitsgebiet. Es handelt sich hierbei um die Eozänflyschmulde des Valle Saben, die sich zwischen Cima Saben und Cima Roccoston am linken Hang des Gessotales westlich von Andonno einschaltet, sich aber nicht viel weiter nach SE ausdehnt. Nach der Beschreibung von R. MALARODA (1957) fehlen die Kreidekalke unter den Eozänserien, die mit tektonischem Kontakt auf den Jurakalcken der Cima Saben liegen und von den Jurakalcken der Cima Roccoston im NE überschoben werden. Die zwischen Jura und Eozän liegenden Kreidekalke treten dagegen in der weiter südwestlich gelegenen Subbriançonnaisflyschmulde zwischen Cima Pissousa und Cima Saben auf, die die Fortsetzung der Mulde der Serra Monfranco bildet.

Die Konglomerate von Tetti del Bandito liegen verschuppt inmitten der Jurakalke der Subbriançonnaiszone, die von der Einheit des Colle di Tenda gebildet wird. Die Kreidekalke unter dem Konglomerat treten nicht mehr auf. Die Mächtigkeit der Konglomerate beträgt 30 - 50 m. Sie streichen etwa N-S und fallen mit durchschnittlich 20° - 35° nach E ein.

Sie sind besonders gut zwischen der Straße Roaschia - Roccavione und den ersten Häusern von Tetti del Bandito durch den tiefen Flußeinschnitt des Rio Val Roaschia aufgeschlossen. Makroskopisch unterscheiden sich die Konglomerate etwas von denen der Serra Monfranco, die heller sind, während sie bei Tetti del Bandito dunkelbraune bis

-rötliche Farbtöne aufweisen. Das hat wohl auch TARAMELLI, der über das Wasser von Tetti del Bandito schrieb, veranlaßt, anzunehmen, daß es sich um Permkonglomerate handelt. Dazu kommt noch, daß neben den Kristallingerölln des Konglomerates auch eine Anzahl von Sedimentgerölle auftreten, die in der Hauptsache von permischen Serizitschiefern und schiefrigen Sandsteinen gebildet werden.

U.d.M. zeigen die überwiegend rot-violetten bis grünlichen Kristallingerölle des Konglomerats bei Tetti del Bandito folgendes Bild:

Schliff a: Stark undulös auslöschender Quarz, dessen Achsen kaum geregelt sind. Albit; Kalifeldspat; Plagioklas wird von Albit verdrängt, der stark serizitisiert ist. Dazu etwas Karbonat. Im S des Schliffes befindet sich ein rundlicher Serizitschiefereinschluß mit Quarzpflastergefüge und Serizitsträhnen.

Schliff b: Große, eckige Feldspatkörner, die deutliche Bruchverheilung aufweisen. Die Albite zeigen z.T. hypidiomorphe Plagioklasumrisse, d.h. die Plagioklase sind albitisiert. Die Quarze haben nur geringfügige undulöse Auslöschung, z.T. sind Böhm'sche Streifen, eine interne Reliktstruktur, zu beobachten. Die großen, völlig einkristallinen Quarze sind offenbar magmatische Bildungen. Die Grundmasse zeigt Serizit-schüppchen und etwas Feldspatsubstanz.

Schliff c: Idiomorpher Plagioklas, Reste von großen Quarz-dihexaedern. Resorptionsschläuche fehlen. Mylonitisierung an Bewegungsbahnen gebunden, sonst wenig deformativ umgebildet.

Schliff d: Trümmer von porphyrischen Einsprenglingen und Reste von zerflaserten Mafiten. Im ganzen stark serizitisiert. Randlich von hellem Glimmer umgebene Biotitschuppe.

Aus allen Schliffen geht hervor, daß es sich z.T. um stark mylonitisierte Porphyre handelt.

Eine abweichende Zusammensetzung hat das Konglomerat im Valle Grande am Straßenaufschluß südwestlich unterhalb der Höhe 1.100 m bei Tetto Verna, die das SE-Ende der Schuppe des Mte. Sapè bildet. Hier ist es überwiegend kalkig ausgebildet und besteht in erster Linie aus Jura- und Kreidekomponenten, deren Durchmesser bis zu 30 cm beträgt. Die Kristallingerölle sind dagegen sehr klein und treten stark zurück. Die Geröllschüttung war nicht so intensiv wie bei

dem sonst verbreiteten Kristallinkonglomerat, d.h. die Gerölle liegen in dem kaum sandigen Kalkbindemittel nicht dicht bei dicht. In den feinsandigen Kalken des Konglomeratzements treten im Hangenden wieder Nummuliten auf, und es schließt sich über dem Kalkkonglomerat ein an dieses gebundener "kalkiger" Nummulitenkalk an, der dann im Hangenden in die sonst für den parautochthonen Subbriançonnaisflysch typischen stark sandigen Nummulitenkalke übergeht.

Das kalkige Konglomerat liegt unter den überkippt gelagerten, gebankten Oberkreidekalken der Mte. Sapè-Schuppe. Es setzt sich nach NW nur ein ganz kurzes Stück am linken Hang des Valle Grande fort, wo es zwischen zwei diagonale Seitenverschiebungen eingeklemmt ist. Die sich unterhalb der R^{ca}. Cornale anschließenden Konglomerate zeigen wieder die im übrigen Arbeitsgebiet normale Zusammensetzung aus Kristallingeröllen.

Offensichtlich ist also diese "kalkige" Ausbildung des Konglomerats nur lokal bedingt, und es besteht die Möglichkeit, daß es sich um eine uferfernere Bildung handelt.

2. Nummulitenkalk

Über dem Basalkonglomerat folgt ein fast überall stark sandig ausgebildeter Nummulitenkalk des oberen Ypern bis Lutets. Der Übergang aus dem Konglomerat ist, zumindest stellenweise, kontinuierlich, d.h. das Konglomerat wird im Hangenden nummulitenführend, und die Nummulitenkalke sind im Liegenden feinkonglomeratisch. Dieser für den parautochthonen Flysch oder Flysch noir s.str. typische, sandige Nummulitenkalk läßt sich vom Fort des Colle di Tenda in einer schmalen durchgehenden Zone über den NE-Hang des Bec Baral bis in das Gebiet der Doppelmulde zwischen Mte. Bussaia und Mte. Sapè hinein verfolgen. Hier ist er recht gut und großflächig aufgeschlossen. Der sandige Nummulitenkalk ist dickbankig und erreicht Mächtigkeiten von etwa 100 m. Er zeigt tiefdunkelgraue bis -bräunliche, bisweilen auch hellgraue Verwitterungsfarben.

Der hohe Sandgehalt bedingt rauhe Gesteinsoberflächen.

Durch seinen Fossilreichtum, besonders auch durch die im dunklen Sandkalk hell herauswitternden Nummuliten, ist er überall im Gelände gut zu erkennen. Die Verteilung der Nummuliten im Gestein ist sehr wechselhaft. So gibt es Partien, die fast ausschließlich aus Nummuliten bestehen. An anderen Stellen fehlen die Nummuliten wieder bzw. treten nur sporadisch auf. Der Dimorphismus der Nummuliten ist teilweise deutlich zu erkennen, d.h. es treten zwei verschieden große Formen auf, deren Größenverhältnis 1 : 3 beträgt. Es handelt sich hierbei um die mikrosphärische und um die makrosphärische Form dieser Foraminiferen.

Das durchschnittliche Streichen und Einfallen des Nummulitenkalkes stimmt mit $140^{\circ}/45^{\circ}$ NE ganz mit dem Generalstreichen der Zone überein. Abweichend davon sind natürlich die Werte in der NE-vergente Mulde, die zwischen Tetto Cucet oberhalb des Valle Grande und dem Mte. Balur verläuft. Hier betragen sie etwa $140^{\circ}/30^{\circ}$ - 85° SW. Die Aufschlüsse in der NE-vergente Mulde sind im allgemeinen recht gut. Im oberen Vallone Pioccia treten im Nummulitenkalk neben den Nummuliten zahlreiche Fossilreste von Einzelkorallen, Gastropoden und Muscheln auf.

Am besten und großflächigsten ist der Nummulitenkalk am W-Hang des Valle Grande bei Tetto Folchi aufgeschlossen. Dort fällt er etwa parallel zur Hangneigung ein. Auch hier ist er reich an Fossilien. Westlich unterhalb Tetto Fuss ist er durch den Rio Val Grande tief eingeschnitten worden. Nach N setzt sich der Nummulitenkalk zum Valle Cornale fort. Unterhalb von Tetti Porcera bildet er eine etwa 100 m hohe Steilwand zum Rio Pioccia hin. Dort ist er besonders gut gebankt und fällt durch seine dunklen Verwitterungsfarben schon von weitem auf. Am SW- und NE-Hang des Höhenrückens von La Maddalena liegen ebenfalls gute Nummulitenkalkaufschlüsse.

An diesem NE-Hang liegt die Gianot bzw. westlich Tetti Bertaina ein Bergsturz von Nummulitenkalk, der sich bis zum Tal unterhalb der Steilhänge der Costa del Sapè, bis

zur Höhe 1.356 m erstreckt. Der Fluß dieses Tales fließt kaskadenartig über die von teilweise sehr großen Nummulitenkalkblöcken des Bergsturzes gebildeten Steilstufen.

Unterhalb der Kreidekalke, im Liegenden der Schuppe des Mte. Sapè, ist der Nummulitenkalk nur an deren SE-Ende am Fuße der R^{ca}. Cornale bis unterhalb der Höhen 1.100 m und 1.166 m bei Tetto Verna aufgeschlossen. Zwischendurch verläuft eine sich gabelnde, diagonale Seitenverschiebung, die den Nummulitenkalk und die tektonisch darüber liegenden Konglomerate und Kreidekalke um mehrere Meter gegeneinander versetzt. Die Mächtigkeit der Nummulitenkalke beträgt dort 20 - 40 m.

Hier tritt auch eine andere sich von dem sandigen Nummulitenkalk unterscheidende kalkige Fazies auf. Im tektonisch Liegenden des nur dort vorkommenden, schon beschriebenen Kalkkonglomerats schließt sich zunächst ein mehr oder weniger rein kalkig ausgebildeter, gut gebankter, etwa 5 - 10 m mächtiger Nummulitenkalk an, der hell anwittert und kleine Nummuliten führt. Darauf folgt jedoch dann der typisch sandige, dunkle Nummulitenkalk des parautochthonen Eozänflysch. Diese Kalkfazies findet sich im Valle Grande am Aufschluß der alten Straße von Vernante nach Tetto Folchi unterhalb von Tetto Verna. Der gleiche "kalkige" Nummulitenkalk steht auf der gegenüberliegenden Talseite an der Gabelung des unteren und oberen Weges nach Tetti Cardero neben der Seitenverschiebung, die durch die R^{ca}. Cornale verläuft, an. Am oberen Weg nach Tetti Cardero befindet sich etwa 100 m nach der Weggabelung eine Zone intensiver Schieferung des sandigen Nummulitenkalkes. Dort verläuft die Lineation 140° und fällt mit 15° nach NW ein.

Nordöstlich der Costa del Sapè fehlt neben der Kreide und den Eozänkonglomeraten auch der Nummulitenkalk, und die sich über diesem im Hangenden anschließende Sandstein-Schiefer-Serie liegt mit tektonischem Kontakt auf den Juraalken der Mte. Sapè-Schuppe. Diese geht in die Schuppe des Mte. Casternand über, und erst östlich davon treten

zunächst in einem Gleitbrett, das innerhalb der Sandstein-Schiefer-Serie des Eozänflysch (Flysch noir s.str.) bei Tetto Cudre liegt, und später direkt auf den Jurakalken bei Roaschia wieder transgressive Nummulitenkalke des Lutets auf.

Das Basiskonglomerat schaltet sich hier unter den Nummulitenkalke des parautochthonen Eozänflysch der Tenda- paßserie nicht mehr ein, und der Nummulitenkalk ist durchgehend kalkig ausgebildet. d.h. die sandige Fazies fehlt völlig. Er ähnelt sehr dem kalkigen Nummulitenkalk der Mercantourmassivbedeckung, wie er im Liegenden der Basisserie auftritt. Jedoch ist er etwas dunkler und auch viel stärker durchbewegt, was durch eine intensive Schieferung der Nummulitenkalkbänke zum Ausdruck kommt. Stellenweise ist er feinkörnig und etwas sandig. Neben den Nummuliten treten auch zahlreiche Discocyclinen auf.

Bei Tetti Cudre bildet der Nummulitenkalk eine kleine Schuppe innerhalb des Flysch noir s.str. An der Basis des Nummulitenkalkes liegen noch Oberjurakalke. Die Grenze zwischen beiden ist schwierig festzulegen, da es sich jeweils um helle Kalke handelt und die Gesteine durch die Verschuppung tektonisch stark durchbewegt sind. Auch treten die Nummuliten nur sehr sporadisch auf. Zwischen den beiden etwa parallel zueinander verlaufenden diagonalen Seitenverschiebungen von Tetto Lombardo und Roaschia liegt der "kalkige" Nummulitenkalk transgressiv auf Oberjurakalken, die entlang einer schmalen Rauchwakenzone zwischen Roaschia und Tetto Brava ebenfalls auf Oberjurakalke aufgeschuppt worden sind. Jenseits der Seitenverschiebung von Roaschia setzt sich der Nummulitenkalk in kalkiger Fazies nicht weiter an der Basis des Flysch noir s.str. fort.

Dünnschliffe aus dem Nummulitenkalk, der unterhalb des Mte. Sapè-Gipfels ansteht, erbrachten nach der Bestimmung von H. HAGN folgende Fauna:

Nummulites planulatus LAM.
Nummulites partschi DE LA HARPE
Discocyclinen
Bryozoen
Echinodermenreste

Es handelt sich also um Cuise (ob. Ypern; Untereozän).
An anderen Stellen treten im Nummulitenkalk des parautochthonen Subbriançonnaisflysch außerdem noch folgende Formen des Lutets (Mittelleozän) auf:

Nummulites aturicus J.L.
Nummulites perforatus (MONTF.)
Nummulites millecaput BOUBÉE
Discocyclinen
Lithothamnien
Zweischaler
Einzelkorallen
Gastropoden

3. Schiefer-Sandstein-Serie (Flysch noir s.str.)

Die sich über den Nummulitenkalken des Parautochthons anschließende Schiefer-Sandstein-Serie beginnt im Gebiet der Doppelmulde zwischen Mte. Bussaia und Mte. Sapè allgemein mit einem faziell dem sandigen Nummulitenkalk stark ähnelnden dunklen Sandkalk, der Mächtigkeiten bis zu 100 m erreicht. Er ist im Gelände nicht so gut wie der Nummulitenkalk aufgeschlossen und zeigt häufig tektonische Durchbewegungszonen, so daß die ehemals kompakten Bänke durchgeschiefert sind. Der Kern der NE-vergenten Mulde am NE-Hang des Mte. La Croce wird von diesem Sandkalk gebildet. Die sich im Hangenden anschließende Folge von Schieferen und Sandsteinen fehlt dort.

Der dunkelgraue Sandkalk ist feinsandig und verwittert z.T. bräunlich. U.d.M. zeigt er Quarzkorngrößen, die zwischen 0,1 und 0,4 mm schwanken. Fossilien wurden nicht darin gefunden.

Der Sandkalk geht im Hangenden in die konkordant folgende Schiefer-Sandstein-Serie über, die die jüngste Flysch-

serie des parautochthonen Gebietes bildet. Wie der Name sagt, besteht sie aus einer Folge von Sandsteinen und Schieferen. Der sandige Charakter überwiegt jedoch, da die Schiefer meist feinsandig ausgebildet sind. Die einzelnen Lagen von Sandsteinen und Schieferen können ganz unterschiedliche Mächtigkeiten aufweisen. Die oft glimmerigen Sandsteinlagen erreichen maximal 1 - 2 m Mächtigkeit und die Schiefer maximal 1 m. Im allgemeinen alternieren die Lagen jedoch viel rascher, d.h. auf 1 - 30 cm Sandsteinfolgen ebenso geringmächtige Schieferlagen, so daß die Serie z.T. wie gebändert erscheint. Bei tektonischer Durchbewegung ist die Wechselfolge gestört und z.T. nicht mehr zu erkennen.

Frisch angeschlagen zeigen die Sandsteine vorwiegend hellbräunliche Farben. Die Verwitterungsfarben sind jedoch dunkelbraun. Sie entsprechen sowohl makroskopisch wie auch mikroskopisch meist völlig den Sandsteinen der Bassisserie vom Typus Grès d'Annot. Die meist sandigen Schieferlagen sind im verwitterten Zustand bräunlich bis stellenweise grünlich. Unverwittert sehen sie jedoch schwarz aus.

Der Flysch noir s.str. ist meist stark tektonisch durchbewegt und zeigt teilweise Spezialfältelung im Dezimeter- und Meterbereich. Infolge der tektonischen Beanspruchung und der verhältnismäßigen "Weichheit" dieser Serie ist sie der Erosion besonders stark ausgesetzt. Dadurch bildet sie einen meist landwirtschaftlich genutzten Verwitterungsboden und ist infolgedessen teilweise schlecht aufgeschlossen.

Der Flysch noir s.str. der Tendapaßserie ist frei von Kalken und Mergelkalken. Jedoch tritt im Nachbargebiet, das D. RAATZ untersuchte, als Einschaltung innerhalb der Schiefer-Sandstein-Serie eine sehr mächtig werdende Folge von gut gebankten, dunklen Sandkalken mit schwarzen Schieferzwischenlagen auf. Dort ist die Doppelmulde zwischen Mte. Bussaia und Mte. Sapè nur noch in ihren Ausläufern ein kurzes Stück am E-Hang des Valle Grande vor-

handen, und der Flysch noir s.str. nimmt den recht breiten Raum des Höhenrückens zwischen Bec Matlas und Mte. Vecchio ein. Auf diesem Höhenrücken der Costa degli Artesin ist die sandig kalkige "Artesinserie" besonders gut entwickelt. Da alle Übergänge zwischen der Sandstein-Schiefer-Serie und der sandig-kalkigen "Artesinserie" vorhanden sind, handelt es sich um eine ganz normale Einschaltung innerhalb des Flysch noir s.str., der die jüngste, priabone Subbriançonnaisflyschserie darstellt. Auf der Costa degli Artesin geht die Sandkalkeinschaltung etwa 300 m SW des Bric Castea wieder in die Schiefer-Sandstein-Serie über. Die "Artesinserie" erreicht Mächtigkeiten von etwa 450 m. Sie bildet den Höhenrücken zwischen der Costa degli Artesin und Tetto Folchi im Valle Grande. Hier endet sie im Hangenden der dort nach SE abtauchenden Schuppe des Mte. Sapè bei Tetti Parolet außerhalb des Arbeitsgebietes. Vermutlich handelt es sich um ein stratigraphisches Auskeilen.

Die einzelnen Sandkalkbänke der "Artesinserie" sind meist plattig ausgebildet und sind 20 cm bis 1 m mächtig. Stellenweise wurden Helminthoiden in den schiefrigen Zwischenlagen der "Artesinserie" gefunden, die aber bekanntlich keinen Leitwert besitzen. Sonst erbrachten zahlreiche Dünnschliffe keine Fauna. Es handelt sich jedoch vermutlich wie bei der Schiefer-Sandstein-Serie um Priabon.

A. GUILLEAUME (1960) beschrieb die "Artesinserie" der Umgebung von Santa Anna (zwischen Limonetto und Limone-Piemonte am NW-Hang des Vermentinales) in einer kurzen Notiz. Er spricht darin von einer kretazischen Mikrofazies der Sandkalke der "Artesinserie", beschreibt jedoch keine Kreidefossilien. Auch vergleicht A. GUILLEAUME (1960) die "Artesinserie" von Santa Anna mit der von M. LANTEAUME (1958) für die Umgebung von Triora aufgestellten Zone der Klippen. Diese Zone ist unter dem SW-Rand der von LANTEAUME angenommenen Oberkreideflyschdecke eingeschaltet ("Zone des Klippes inserées sous le front de la nappe du flysch à Helminthoides").

Nach M. RICHTER (1961) handelt es sich aber bei diesen Klippen um Schuppen und Gleitbretter innerhalb der Basisserie, d.h. sie gehören zu dieser. In der Überschiebungskarte von M. LANTEAUME (1958) erstreckt sich die Klippenzone vom Colle Arpiola im Nachbargebiet von D. RAATZ bis zur Gegend von Bajardo, 10 km nordwestlich von Sanremo.

Es bestehen gewisse Ähnlichkeiten zwischen den Sandkalcken der "Artesinserie" und denen der später zu besprechenden Albengaserie, dem Eozänflysch der Briançonnaiszone. Dieser zeigt jedoch im allgemeinen viel stärkere Durchbewegung der einzelnen Sandkalkbänke. Auch fehlen in der "Artesinserie" die z.T. sehr mächtigen, reinen Sandsteineinschaltungen, die innerhalb der Albengaserie auftreten. Die Schiefer-Sandstein-Serie hat im Arbeitsgebiet eine Mächtigkeit von 250 - 350 m. Genaue Angaben lassen sich nicht machen, da die Serie z.T. überschoben und tektonisch verschuppt ist.

Die schiefbrig-sandige Serie bildet den Kern der SW-vergenten Mulde unterhalb der Steilhänge der Costa del Sapè bis zum Valle Grande. Gute Aufschlüsse liegen hier bei der Höhe 1.641 m in der Nähe des Mte. Sapè-Gipfels. Die einzelnen Schiefer- und Sandsteinlagen zeigen hier ganz unterschiedliche Mächtigkeiten.

Ebenso gut ist die Schiefer-Sandstein-Serie bei Tetti Governour aufgeschlossen. Sie setzt sich nordwestlich des Mte. Sapè-Jochs nur ein Stück weit zum Vallone Bartiulet hin fort und tritt sonst in der SW-vergenten Mulde, die sich mit der Kreideserie, dem Eozänkonglomerat und Nummulitenkalk letztendlich bis zum Gessotal verfolgen läßt, nicht mehr auf.

Dafür liegt sie aber mit beträchtlichen Mächtigkeiten im Hangenden, d.h. im NE der Jurakalkkette zwischen dem Mte. Sapè oberhalb des Valle Grande, dem Mte. Malma im Tal von Roaschia und dem Mte. Cologne am SE-Hang des Gessotales. Im Bereich der Mte. Sapè-Schuppe bildet sie bis zur diagonalen Seitenverschiebung von T. Lombardo im Roaschiatal einen tektonischen Kontakt zu den Jurakalken.

Die Diskordanz beträgt stellenweise 15° , d.h. die Jurakalke fallen durchschnittlich mit 45° und die Schiefer-Sandstein-Serie am Kontakt mit etwa 60° nach NE ein.

Wie schon im Kapitel über den mittleren - oberen Jura der parautochthonen Subbriançonnaiszone beschrieben, fehlen auf den Jurakalken der Mte. Sapè-Schuppe die Kreidekalke, das Eozän-Konglomerat und meistens auch die Nummulitenkalke. Diese müßten unter der Voraussetzung, daß die Mte. Sapè-Schuppe eine ehemalige Sattelstruktur darstellt, eigentlich auf der NE-Flanke auch vorhanden sein. Wahrscheinlich sind jedoch die Kreidekalke und die Konglomerate des Untereozäns dort gar nicht zum Absatz gekommen. Dafür spricht der transgressive Nummulitenkalk, der ohne Zwischenschaltung von Kreide und Konglomerat auf den Oberjurakalken der Mte. Sapè - Mte. Casternand-Schuppe bei Roaschia liegt.

In dem Gebiet zwischen Gesso- und Sturatal, das R. MALARODA (1957) bearbeitete, fehlt die Kreide ebenfalls unter dem Eozänflysch der verschuppten Mulde des Valle Saben, die sich dicht an die Fortsetzung der SW-vergenten Kreide-Eozän-Mulde zwischen Cima Saben und Cima Pissousa anschließt. Dort sind jedoch mächtige untereozäne Konglomerate vorhanden.

Die Schiefer-Sandstein-Serie bzw. der Flysch noir s.str. auf der NE-Flanke der Jurakalkkette zwischen Mte. Sapè und Mte. Cologne hat genau das gleiche Aussehen wie im Kern der SW-vergenten Mulde unterhalb der Steilwände der Costa del Sapè. Die typische Wechsellagerung von Sandsteinen und Schiefern ist dort ebenso gut entwickelt. So z.B. auf dem Weg vom Valle Grande zum Tetti Coletta, am W-Hang des Bric Martinet (1.232 m). Allerdings ist der Flysch noir s.str. hier im allgemeinen stärker durchbewegt, da er von den Oberkreidekalkmergeln der Zone der Briançonnaiszone auf die gesamte Länge im NE überschoben wird. Auch stecken mehrere Schuppen und Gleitbretter in Subbriançonnaisfazies dicht an der Überschiebungsgrenze darin.

Infolge dieser Durchbewegung ist die Serie z.T. stark gestört, und der Gesteinsverband ist epimetamorph umgebildet. Auch läßt sich häufig SW-vergente Spezialfältelung im Dezimeter- bis Meterbereich beobachten. Im Hangenden des Flysch noir s.str. schaltet sich etwa parallel zur Überschiebungsbahn des Briançonnais auf die Schiefer-Sandstein-Serie ein verhältnismäßig durchgehendes Band einer Folge von dunklen, glimmerreichen Sandsteinen ein. Diese werden 15 - 20 m mächtig; sie verwittern dunkelbraun, sind aber im Anschlag dunkelgrau. Sie stehen im Valle Grande hinter dem Molino Renetta gegenüber von Tetti Reina an, desgleichen westlich des Bric Martinet, oberhalb von Tetti Bas im oberen Vallone Secco, wo teilweise handtellergröße Tonflatschen in den Sandsteinen eingebettet sind, und bei Tetto Margha Malaterra im Valle Bralungia. Weiterhin finden sie sich noch bis östlich Tetto della Colla.

Darauf folgen ein intensiv durchbewegter Flysch noir s.str. entlang der kleinen Jura-Nummulitenkalkschuppe von Tetto Cudre, und jenseits der Seitenverschiebung von Tetto Lombardo liegt die Schiefer-Sandstein-Serie wieder weniger tektonisch gestört auf dem "kalkigen" Nummulitenkalk bei Roaschia.

Oberhalb Tetto Chiotti ist die Wechsellagerung von Schiefern und Sandsteinen wieder gut zu sehen. Nach NW setzt sich der Flysch noir s.str. bis an die etwa N-S-verlaufende Seitenverschiebung von Roaschia fort. Dort streicht er dicht gegen die Jurakalke von Tetti Gheina, springt durch die Störung etwa 400 m nach N zurück und liegt jenseits der Störung auf den Jurakalken des Nordhanges des Mte. Cologne (1.155 m) mit meist tektonisch überprägtem Kontakt. Westlich Tetto Costa ist er wieder stark tektonisch durchbewegt und zeigt eine nur teilweise zu erkennende SW-vergente Spezialfältelung im Dezimeter- bis Meterbereich.

Die schiefrigen Lagen sind meist stark phyllitisch und zeigen bräunliche bis grünliche Verwitterungsfarben. Am Kontakt zu den Jurakalken schaltet sich im Tälchen nord-

östlich der Colla Ruera (1.096 m) eine 3 - 6 m mächtig werdende Bank von zähen, feinkörnigen Sandsteinen ein, die meist glimmerreich sind und dunkelbraune Farben zeigen. Sie entsprechen faziell den dunklen Glimmersandsteinen von Tetti Bas im oberen Vallone Secco.

Am Weg von Tetto Costa zur Fontana Fantin ist der Flysch noir s.str. wieder gut aufgeschlossen. Hier überwiegen die schiefrigen Partien, die überwiegend sandig-glimmerig sind. Die Sandsteinlagen treten nur stellenweise anreichert auf. Der Hangendkontakt wird überall durch die überschobenen Kalkmergel und -brekzien der Oberkreide der Briançonnaiszone gebildet. Fossilien konnten trotz zahlreicher Dünnschliffe und Schlammproben nicht in der Schiefer-Sandstein-Serie gefunden werden. Es handelt sich aber vermutlich um Priabon (Obereozän), da der Flysch noir s.str. das Hangende des bis ins Oberlutet reichenden Nummulitenkalks des Mitteleozäns darstellt.

Die Schiefer-Sandstein-Serie (Flysch noir s.str.) setzt sich jenseits von Tetti Giraud auf der gegenüberliegenden Gessoseite in einem sehr schmalen Streifen zwischen der Doppelschuppe des Mte. dei Cros (1.064 m) fort. Nach der geologischen Karte von R. MALARODA (1957) handelt es sich dabei um seinen Komplex III, und der Flysch noir s.str. des Mte. dei Cros keilt zunächst in nordwestlicher Richtung tektonisch aus.

Westlich davon tritt er wieder oberhalb Andonno im unteren Vallone Buciassa und am Nordosthang des Valle dell' Agnello auf, wo er ebenfalls von den Oberkreidekalkmergeln der Briançonnaiszone ("marbres en plaquettes") überschoben wird. Am Westhang des oberen Vallone Buciassa finden sich in einer Verschuppungszone bei Tetti Bodin im Hangenden von Oberkreidekalkmergeln und Jurakalken stark durchbewegte Nummulitenbrekzien neben geschiefertten Kalcken und Sandkalcken und phyllitischen Schiefern.

Dieser Komplex entspricht wahrscheinlich den Serien der schmalen tief eingefalteten, SW-vergenten Eozänflyschmulden, wie sie nördlich Condamine im Ubayet al am Außenrand

der Briançonnaiszone auftreten. Die Eozänflyschserien dort entwickeln sich aus den "marbres en plaquettes" (Oberkreidekalkmergel) und sind ebenfalls an der Basis nummulitenführend.

Stellungsmäßig ist der verschuppte Flysch von Tetti Bodin mit der Albengaserie zu vergleichen, die zum letzten Mal im Arbeitsgebiet am Südhang der Serra Sariundo über den Oberkreidekalkmergeln und tektonisch unter den überschobenen Triasdolomiten und Rauchwacken der Briançonnaiszone aufgeschlossen ist. Allerdings ist der Komplex bei Tetti Bodin so stark durchbewegt und verschuppt, daß man keine genauen Aussagen mehr machen kann.

Der Oberkreideflysch, der sich stellungsmäßig an die Zone des Subbriançonnais anschließen würde, fehlt im Arbeitsgebiet. Das Problem des Oberkreideflysch wird im Kapitel "Tektonische Synthese", Absatz III., behandelt.

III. Die parautochthone Einheit der Zone des Briançonnais

Im NE der Einheit des Colle di Tenda s.l. (Subbriançonnaiszone) schließt sich die parautochthone Zone des Briançonnais an, d.h. sie hat die Subbriançonnaiszone überschoben. R. TRÜMPY (1960) stellt die Briançonnaiszone in den mitelpenninischen Bereich. Es handelt sich um eine Miogeosynklinale mit instabilen, horstartigen Strukturen, die zwischen dem nordpenninischen (bzw. unterpenninischen) wallisischen Bündnerschiefertrog (Valais-Trog) und dem südpenninischen (bzw. oberpenninischen) piemontesischen Schistes-lustrés- oder Calcescisti-Trog (Piemont-Trog) liegt. Der Valais-Trog stellt nach TRÜMPY eine externe Eugeosynklinale im Penninikum dar. Beide sind durch ophiolitische Gesteine gekennzeichnet.

Nach M. RICHTER (1961) liegt jedoch die Briançonnaiszone als "Außenpenninikum" zwischen dem Helvetikum (in Dauphinéfazies) und dem Innenpenninikum mit Schistes lustrés. Durch den Nachweis von M. RICHTER (1959/60), daß das "Fenster von

Castelvechio" in den Ligurischen Alpen nicht besteht, da es sich hierbei um eine allerdings stark verschuppte Mulde von Albengaserie innerhalb der Briançonnaiszone handelt und die eozäne Albengaserie den mesozoisch-paläozoischen Gesteinen der Zone des Briançonnais transgressiv aufrucht, muß zumindest für die Ligurischen Alpen die "Decke des Gr. St. Bernhard" (= Briançonnaiszone) fortfallen.

Im Arbeitsgebiet ist die Briançonnaiszone in Form von Oberkreidekalkmergeln und -brekzien, in deren Hangenden meist Albengaserie folgt, auf den Flysch noir s.str. der Subbriançonnaiszone aufgeschoben. Der eozäne Flysch der Briançonnaiszone, die Albengaserie, wird im Gebiet zwischen Valle Grande und Valle Bralungia recht mächtig. Es finden sich große linsenartige Sandsteineinschaltungen darin. Auch liegt eine Folge von kleinen Schuppen und Gleitbrettern aus obertriassischen Kalken und Rauchwacken in der Albengaserie zwischen Tetti Caiera und Tetti Sofranin.

Im Nordosten liegen Phyllite, Quarzite, Dolomite und Rauchwacken der Trias und Malmkalke mit tektonischem Kontakt auf den Oberkreidekalkmergeln und auf der Albengaserie.

Vom SW-Hang der Serra Sariundo bis zum Gessotal sind an der Überschiebungsbasis der Briançonnaiszone auf die Subbriançonnaiszone nur noch Oberkreidekalkmergel und -brekzien vorhanden. Die Albengaserie fehlt nach NW.

a. Trias

Die triassischen Gesteine der Briançonnaiszone, die im NE des Arbeitsgebietes in der Umgebung von Vernante auftreten, liegen mit tektonischem Kontakt auf Oberkreidekalkmergeln ("marbres en plaquettes") bzw. direkt auf der Albengaserie, d.h. sie sind auf diese Serien, sicherlich einige Kilometer aufgeschoben. Genaue Angaben lassen sich aber nicht machen.

Die Gesteine der Zone des Briançonnais zeigen im Untersuchungsgebiet alle starke Durchbewegung und Verschuppung, und die normale Abfolge ist meist gestört. Neben grünen Phylliten der Triasbasis oder des Perm treten mächtige weiße Quarzite der unteren Trias und Dolomite, Kalke und Rauchwacken der Mitteltrias (Muschelkalk) auf.

In weiter intern, d.h. zum Kristallin der Briançonnaiszone hin gelegenen Regionen sind dann deutliche Syn- und Antiklinalstrukturen der triassischen und permischen Serien zu erkennen.

1. Phyllite (Trias/Perm)

Am tektonischen Kontakt der triassischen Serien zu den Oberkreidekalkmergeln bzw. zur Albengaserie treten häufig Phyllite und Serizitschiefer auf, die an die Triasbasis oder ins Perm gehören. Von D. ZACCAGNA und S. FRANCHI (1934) sind sie in der Carta Geologica d'Italia, Blatt Boves, als Perm kartiert worden, während S. CONTI und G. ROVERETO (1951) sie in ihrer Carta Geologica del Gruppo di Monte Besimauda als "scisti rasati" der oberen Trias eingetragen haben.

Die Phyllite und Serizitschiefer zeigen fast ausschließlich grünliche Farben, nur in stark verwittertem Zustand sind sie stellenweise bräunlich. Sie sind meist stark durchbewegt und z.T. dadurch mylonitisch.

U.d.M. lassen sich folgende Minerale erkennen:

Lagig-schlierig angeordneter Serizit und Quarzgrus, meist völlig serizitisierter Orthoklas und Plagioklas, daneben deformierter Quarz.

Besonders gute Aufschlüsse der Phyllite liegen bei Tetti Serre zwischen Costa Croce Coltura und Mte. Bianco (1.208 m). Weiterhin sind sie am SE-Hang des Bralungia-ales zwischen Tetti Serre, Tetti Muneret und Tetti Carletto am Kontakt zu den Oberkreidemergeln mehr oder weniger gut aufgeschlossen.

2. Quarzite (Untertrias)

Über den grünen Phylliten und Serizitschiefern folgen vorwiegend weiße, feinkörnige Quarzite der Untertrias. Stellenweise schalten sich auch konglomeratische Partien in den mächtigen Quarziten ein. So z.B. unterhalb des Mte. Croce della Moler (989 m) an der Straße des Valle Grande, wo sie rote und grüne Komponenten enthalten.

Infolge ihrer Reinheit werden die Quarzite der Briançonnaiszone in dieser Gegend in großen Steinbrüchen zur Glasherstellung abgebaut. Dort werden sie an Ort und Stelle gemahlen und geschlämmt. Die einzige Glasfabrik der Umgebung liegt bei Vernante im Valle Vermenagna. Eine neue Fabrik ist bei Cuneo im Entstehen begriffen.

Die Quarzitsteinbrüche befinden sich zu Beginn des Valle Grande gegenüber von Tetti Ciastel bei Vernante. Neuerdings werden auch die Quarzite des Mte. Croce della Moler abgebaut. Zwei weitere Steinbrüche liegen in der Nähe des Zusammenflusses von Rio Bralungia und Rio Agnelli mit dem Torrente Vermenagna.

Im Schliffbild ist neben Quarz auch reichlich Orthoklas zu erkennen. Die Körner zeigen Umkristallisation. Sie sind xenomorph-lappig und verzahnen sich. Der Orthoklas ist z.T. kaolinisiert und verdrängt häufig Quarz. Für die Glasherstellung ist der Orthoklasreichtum der Quarzite günstig, da der Kalifeldspat Flußmittelwirkung hat.

Innerhalb der Quarzite konnten Zonen starker Durchbewegung festgestellt werden. An diesen Stellen verwittern sie zu grobkörnigem Quarzsand, der in kleinen, häufig im Gelände zu findenden Schürfen von der einheimischen Bevölkerung gewonnen wird und als Mörtelzusatz beim Häuserbau dient. Im allgemeinen bildet er aber ausgesprochene Härtlinge, so z.B. der Monte Croce della Moler (989 m) zwischen der Flußgabelung vom Rio Val Grande und Rio Secco bei Vernante. Weiterhin liegen Aufschlüsse am NW-Hang des Vallone Secco zwischen Tetti Romesin und Tetti Astesan.

3. Dolomite, Kalke und Diploporenkalk-Schuppe (Mittel-Obertrias)

Auf den Quarziten der unteren Trias folgt ein ebenfalls recht mächtiger Komplex von dolomitischen Kalken und Dolomiten der mittleren bis oberen Trias. Die Kalke und Dolomite entsprechen z.T. dem germanischen Muschelkalk.

Es handelt sich hierbei um hellgraue bis dunkelgraue, z.T. auch hellgelbliche Kalke und Dolomite. Sie sind gut gebankt, wie zu Beginn des Vallone Secco südwestlich von Vernante. Hier wechseln sich hellgelbe dolomitische Lagen mit hellgrauen kalkigen Lagen ab, die jeweils Mächtigkeiten von 0,5 bis 1 m haben.

Die Triaskalke und -dolomite sind nordöstlich unterhalb des Mte. Croce della Moler aufgeschlossen und setzen sich nach NW weiter zum Mte. Bianco bei Vernante fort. Sie treten weiterhin in kleineren linsenartigen Vorkommen am tektonischen Kontakt zum Eozänflysch (Albengaserie) nordwestlich von Tetti Ciastel gegenüber dem großen Quarzitsteinbruch im Valle Grande auf. Hier sind sie z.T. stark marmorisiert. Ebensolche Aufschlüsse befinden sich südwestlich von Tetti Astesan und Tetti Serre, auf dem Kamm der Costa Croce Coltura. Die Linse von Triaskalken und -dolomiten, die dort auftritt, ist stark durchbewegt, und die ehemals kompakten Bänke sind dünnplattig verschiefert worden. Sie liegt direkt am Überschiebungskontakt zur Albengaserie.

Weiterhin findet sich im Arbeitsgebiet noch am Südhang der Serra Sariundo bei der Höhe 1.453 m ein kleiner verschuppter Aufschluß von Dolomiten und dolomitischen Kalken der Mittel-Obertrias. Dort herrschen dunkelgraue Farbtöne vor. Diese Gesteine liegen unter Zwischenschaltung eines schmalen Bandes von Rauchwacken am Überschiebungskontakt direkt auf der hier zum letztenmal auftretenden Albengaserie.

Nach S. FRANCHI treten in den Kalken und Dolomiten der mittleren Trias u.a. Diploporen, Encrinus liliiformis und Retzia trigonella auf.

Inmitten des sandig-kalkigen Flysch der Albengaserie steckt bei Tetti Caiera und Tetti Sofranin am Nordhang des Rio Secco-Tales eine NW-SE streichende Schuppe, deren Gesteinsverband stark gestört ist. Die Schuppe ist zerbrochen und in mehrere gegeneinander versetzte und voneinander losgelöste Schollen zerteilt.

Die Gesteine der Schuppenzone bestehen hauptsächlich aus gut gebankten, hellen Kalken, die die Basis der Schuppe bilden. Darüber folgen einzelne, von den gebankten Kalken losgelöste, massive Kalkschollen. Es handelt sich, wie zahlreiche Dünnschliffe ergaben, in beiden Fällen um einen teils oolithischen, teils grobspätigen und brekziösen Fossilschuttkalk. Die Ooide sind infolge der tektonischen Durchbewegung der Kalke z.T. stark ausgelängt. Sie sind durchschnittlich 1 - 2 mm lang. Auch gibt es Partien im Gestein, die man als pseudo-oolithisch bezeichnen kann. Die zahlreichen breiten und feinen Klüfte, die in den Kalken auftreten, sind mit Kalkspat verheilt.

Dünnschliffe aus den gebankten und kompakten Kalken der Schuppe zeigen reichlich Schalenreste von Mollusken und Echinodermen. Daneben treten umkristallisierte und dadurch unbestimmbare Foraminiferen auf. Es finden sich ebenfalls Kalkalgenreste von Diploporeae (Dasycladaceen), die meist in einer pseudoooidischen Grundmasse liegen. Vermutlich handelt es sich hier um Diplopore und Gyroporella. Die Kalke der Schuppe gehören dadurch in die mittlere bis obere Trias (Ladin-Rät).

Ein Schliff aus der Basis der Schuppenzone in dem kleinen Tobel 50 m östlich von Tetti Caiera zeigt einen durchbewegten und geschiefertten Kalk mit Radiolarien und einen vermutlichen verkieselten Globotruncanenrest. Daneben tritt etwas Pyrit auf. Vielleicht handelt es sich hierbei um mithochgeschuppte Oberkreidekalkmergel, die an der Basis der Albengaserie liegen.

Neben den gebankten und kompakten Kalken der Mittel-Obertrias treten auch vereinzelt gleichaltrige Rauchwacken innerhalb der Schuppenzone von Tetti Sofranin und Tetti Caiera auf.

4. Rauchwacken (Mitteltrias)

Nordöstlich von Tetti Ciastel im Valle Grande treten am tektonischen Kontakt der Albengaserie zu den triassischen Serien der Briançonnaiszone dunkelbräunlich-gelbe Rauchwacken auf, die zellig porös verwittern. Sie bilden ein schmales Band zum Höhenrücken südwestlich des Mte. Croce della Moler (989 m). Eine zweite schmale Rauchwackenzone liegt innerhalb der Albengaserie zwischen Tetti Ciastel und Tetto le Cumbe. Beide Vorkommen sind tektonisch bedingt. Wie schon erwähnt, liegt auch ein kleines Rauchwackenvorkommen innerhalb der Schuppenzone von Tetti Caiera und Tetti Sofranin am SE-Hang der Costa Croce Coltura.

Weiterhin finden sich Rauchwacken am Kontakt zwischen Albengaserie und den Oberkreidekalkmergeln bei Tetto Fasse an der nordwestlichen Flanke des Valle Bralungia und am Überschiebungskontakt der Triaskalke und -dolomite auf die Albengaserie am S-Hang der Serra Sariundo.

Am Weg, der am SW-Hang der Serra Sariundo auf etwa 1.200 m Höhe verläuft, findet man stellenweise Rauchwackenbrocken und oberhalb des Weges tritt östlich Tetti Chiotti eine Durchbewegungszone, die in der Hauptsache aus Rauchwacken besteht, auf. Diese Aufschlüsse liegen dort bei der Höhe 1.223 m östlich der sehr ausgedehnten, diagonalen Seitenverschiebung, die westlich des Mte. Malma bzw. der Punta Culet verläuft.

Neben den Rauchwacken treten in der Durchbewegungszone auch winzige Vorkommen von Quarziten, Dolomiten und Phylliten der Trias auf. Die Rauchwacken der Höhe 1.223 m liegen unter Oberjurakalken in Guillestrefazies. Durch die rasche Verwitterung der Rauchwacken hat sich bei der Höhe 1.223 ein kleines Joch gebildet. In allen Fällen sind die Rauchwacken, die der Mitteltrias angehören, an Überschiebungs- und Schuppenzonen gebunden.

b. Jura

Oberjurakalke in Guillestrefazies

Zwischen dem unteren Vallone Bralungia, einem Nebental des Valle Vermenagna, und dem Valle Gesso bei Tetti Giraudo verläuft innerhalb der Briançonnaiszone eine durchgehende Folge von Oberjurakalken, die auf die Oberkreidekalkmergel aufgeschoben sind. Am Überschiebungskontakt treten z.T. Rauchwacken der Mitteltrias auf.

Die Oberjurakalke zeigen die für die Briançonnaiszone typische Guillestrefazies. Es handelt sich um meist gut gebankte, hellgraue, marmorisierte Kalke mit charakteristischen rötlichen, flammigen Flecken. Stellenweise sind die hell anwitternden Kalke auch dunkelgrau und gelblich, wobei es sich dann meist um dolomitische Kalke und Dolomite handelt. Die einzelnen Bänke sind durchschnittlich 0,5 bis 1 m mächtig. Streckenweise schalten sich auch dünner gebankte Partien ein, z.B. südwestlich unterhalb des Mte. Plunea. Im ganzen ähneln die Oberjurakalke der Guillestrefazies teilweise stark den Malmkalken der Subbriançonnaiszone. Sie sind ebenfalls meist stark zerklüftet und zeigen die gleichen hellen Verwitterungsfarben.

Im Valle Bralungia, gegenüber von Tetto Peroton bilden die Oberjurakalke der Guillestrefazies eine schmale, steile Felsrippe, die sich nach SE nur bis zum Weg des Vallo Bralungia fortsetzt, d.h. in dieser Richtung abtaucht. Die Kalke sind hier sehr kompakt und zeigen im Hangenden Hornsteinknollen. Sie liegen mit tektonischem Kontakt auf den Oberkreidekalkmergeln der Briançonnaiszone (marbres en plaquettes). Die Oberjurakalk-Felsrippe setzt sich am Nordhang des Valle Ciastellar und über die Serra Sariundo zum Südwest-Hang des Mte. Plunea fort. Am NE-Hang der Serra Sariundo sind die Malmkalke stark durchbewegt und verschiefert und dadurch stellenweise stark überschottert.

In der weiteren Fortsetzung springen die Oberjurakalke westlich des Mte. Plunea durch die Seitenverschiebung

des Mte. Malma nach NE zurück und verlaufen über den Hang der Cologne, wo sie schlecht aufgeschlossen sind, etwa bis Tetto Tampa am SW-Hang des Valle di Brignola. Durch eine diagonale Seitenverschiebung springen sie hier wiederum nach NE zurück und bilden die Costa Brignola nordöstlich von Tetto Fantino - Tetti Girauda. Dort baut man sie für die Zementherstellung der ITALCEMENTI ab. An der Costa Brignola, die am Gessotal endet, sind die Oberjurakalke der Guillestrefazies gut gebankt und zeigen die rötlichen Flecken.

Auf der gegenüberliegenden Gessoseite befinden sich die großen Steinbrüche der ITALCEMENTI am Mte. dei Cros, der die Fortsetzung der Costa Brignola bildet. Zwischen Valle Bralungia und Valle Gesso fallen die Oberjurakalke der Briançonnaiszone mit $40 - 60^{\circ}$ nach NE ein und streichen durchschnittlich $110 - 150^{\circ}$. Auf der ganzen Strecke liegen sie mit Ausnahme am S-Ende der Serra Sariundo und am Joch der Höhe 1.223 m, wo sich triassische Serien unter ihnen einschalten, auf den Oberkreidekalkmergeln und -brekzien, die das Liegende der Albengaserie bilden. Außer Crinoidenresten konnten keine Fossilien in den Oberjurakalken gefunden werden.

c. Kreide

Oberkreidekalkmergel ("marbres en plaquettes")

Die Oberkreidekalkmergel der Briançonnaiszone liegen im NE des Arbeitsgebietes mit tektonischem Kontakt auf dem Subbriançonnaisflysch (Flysch noir s.str.), d.h. sie sind auf diesen aufgeschoben. Sie entsprechen den von den französischen Geologen aufgestellten "marbres en plaquettes" der Briançonnaiszone. Die Oberkreidekalkmergel nehmen abgesehen von der Albengaserie (Sandkalkflysch der Briançonnaiszone) im parautochthonen Gebiet zwischen dem unteren Valle Grande, dem Valle Bralungia und dem Valle Brignola den weitaus größten Raum ein. Sie sind fast im ganzen Verlauf des Rio Bralungia aufgeschlossen und ziehen in zwei schmalen Zonen einmal zwischen dem Flysch noir s.str. der Subbriançonnaiszone und der Alben-

gaserie und zum anderenmal zwischen den triassischen Gesteinen der Briançonnaiszone und der Albengaserie entlang, rahmen also die Albengaserie im SW, NW und NE ein. Im NE werden die Oberkreidekalkmergel zwischen Valle Bralungia und Valle Brignola von den Oberjurakalken der Briançonnaiszone überschoben.

Bei den Oberkreidekalkmergeln handelt es sich um graue Foraminiferenmergel, deren Gehalt an Kalk meist überwiegt, so daß man von Kalkmergeln sprechen kann. Bei stärkerem Tongehalt herrschen dunkelgraue bis schwarze Farbtöne vor. Z.T. schalten sich auch reine Kalkbänke und brekziöse Kalke und Kalkmergel ein. Diese treten besonders am Kamm der Höhen 1.251 m, 1.214 und 1.246 m oberhalb von Tetti Chiotti auf. Am SW-Hang dieses Kammes tritt teilweise ein "graded bedding" (Vertikalsortierung) innerhalb der brekziösen Bänke auf, wonach die Oberkreidekalkmergel hier überkippt liegen. Sie streichen dort mit $135 - 150^{\circ}$ und fallen mit $30 - 40^{\circ}$ nach NE ein.

Überall ist in den Oberkreidekalkmergeln intensive Durchbewegung zu beobachten, d.h. sie sind stark geschiefert und von zahlreichen Kalzitadern durchzogen. Auch sind Knickfältelung im Dezimeterbereich und kräftige Lineation typisch, was besonders gut am Straßenaufschluß am Valle Grande bei Tetto Case zu sehen ist.

Die Lineation streicht hier mit $140 - 155^{\circ}$ und fällt mit 15 bis 25° nach SE ein. Die B_2 -Achsen tauchen also nach SE ab, und die Oberkreidekalkmergel setzen in dieser Richtung sowohl unter den Trias-Serien der Briançonnaiszone nördlich von Tetto Romesin im Rio Secco-Tal als auch am SE-Hang des Valle Grande bei Tetti Case unter der Albengaserie aus und treten in dem von D. RAATZ bearbeiteten Nachbargebiet sonst nur in Schuppen auf. Obwohl die B_2 -Achsen oft von den B-Achsen abweichen, ist hier jedoch anzunehmen, daß das Einfallen von B_2 mit dem von B übereinstimmt.

Sehr häufig tritt Stengeling der Kalkmergel auf. Sie entsteht, wenn sich Schicht- und Schieferungsflächen in einem nicht zu spitzen Winkel schneiden. Dieser griffelige Zer-

fall der Kalkmergel ist besonders schön im Vallone Bralungia zu finden.

Infolge der intensiven Durchbewegung des Gesteins sind die ehemals darin enthaltenen Foraminiferen zum größten Teil restlos umkristallisiert und nicht bestimmbar. Südlich von Tetti Rocca d'Aut sind in Dünnschliffen aus den Kalkmergeln ein- und zweikielige Globotruncanen enthalten, die aber auch nicht näher bestimmt werden konnten. Es handelt sich also um Oberkreide, vermutlich um Cenoman - Turon.

Umkristallisierte Foraminiferen, meist Globotruncanen finden sich auch in den Oberkreidekalkmergeln bei Tetti Marro, östlich Tetto della Colla und nordöstlich Tetto Rive bei der Höhe 1.214 m. Durch den Bau der neuen Straße im Valle Grande entstanden südlich unterhalb Tetti Murur sehr gute Aufschlüsse der Foraminiferenmergel. Die typische Knickfältelung ist hier schön ausgebildet. Auch schalten sich dort vereinzelt dünne Sandmergelbänke ein.

Diese Oberkreidemergel setzen sich nach Nordwesten über den Bec Martinet (1.232 m) zum Vallone Secco fort, wo sie am NW-Hang unterhalb Tetti Rocca d'Aut auskeilen. Schließlich treten sie jenseits des Kammes der Costa Croce Coltura zum Vallone Bralungia hin wieder auf, wo sie sehr mächtig werden.

Der Südwestkontakt der Oberkreidemergel zur Sandstein-Schieferserie (Flysch noir s.str.) der Subbriançonnaiszone ist tektonisch, da die Kalkmergel der Oberkreide dort auf den Sandsteinen und Schieferen des Priabons (Hangendes des Oberlutets) liegen, und die Oberkreide in dieser Fazies nur im Gebiet zwischen Bec Martinet und Monte Bianco auftritt. Der Kontakt zur Albengaserie war wahrscheinlich ursprünglich normal, d.h. die Oberkreidekalkmergel bilden ihr Liegendes, da sie nur im Zusammenhang mit der Albengaserie auftreten. Nachträglich kam es dann zu allgemein verbreiteten tektonischen Überprägungen der Kontakte. Wegen der schlechten Aufschlüsse und der über-

all klar zu sehenden Durchbewegungen beider Serien sind die ehemaligen Normalkontakte jedoch nicht mehr nachzuweisen.

Die Kalkmergel der Oberkreide liegen unter den triassischen Phylliten und dolomitischen Kalken der Briançonnaiszone zwischen Tetti Romesin und Tetti Martin in verschuppter Form vor. Sie bilden zum Tal, das zwischen den beiden Ortschaften verläuft, Steilwände, die bis 50 m Höhe erreichen und an deren Basis die Albengaserie zum Vorschein kommt. Letztere liegt dort in Form von hellen, grünlichen Schiefern vor und zeigt starke Durchbewegung.

Bei Tetti Marro am NW-Hang der Costa Croce Coltura tauchen die Oberkreidemergel als Fortsetzung der zuletzt beschriebenen Aufschlüsse wieder auf und gehen in das im Bralungiatal gut aufgeschlossene mächtige Oberkreidemergelgebiet über. Nordwestlich von Tetti Marro erstrecken sich wieder Steilwände der Kalkmergel zum Tal zwischen Tetti Marro und Tetti Marolet. Dort bilden sie den Gebirgsvorsprung der Höhe 1.135 m, der ebenfalls steil zum Bralungiatal abfällt.

Westlich davon folgt zunächst ein tief eingeschnittenes Quertal, das bei Tetto Fussa in das Vallone Bralungia mündet und schließlich der N-S verlaufende Höhenrücken von Tetti Franca, Tetti Tolet, Tetti Ciola und der Höhe 1.268 m, die nördlich unterhalb der Costa Croce Coltura liegt.

Dieser Höhenrücken wird ebenfalls von den Oberkreidemergeln gebildet. Großflächige Aufschlüsse der Kalkmergel der Oberkreide liegen zwischen Tetto Peroton und Tetto Marghe Malaterra am S- und N-Hang des Bralungiatales. Hier sind sie auf etwa 1,3 km durchgehend aufgeschlossen. Diese enorme Mächtigkeit ist aber sicher auf Verschuppung der Serie zurückzuführen. Schuppengrenzen sind jedoch infolge der unerhörten Gleichförmigkeit der stark durchbewegten Mergelkalke nicht feststellbar.

Nördlich von Tetto Marghe Malaterra liegen wieder Mergel-

kalke-Steilwände zwischen den Höhen 1.024 und 1.220 m. An ihrer Basis sind dunkle, glimmerreiche Sandsteine der Schiefer-Sandstein-Serie (Flysch noir s.str.) aufgeschlossen, deren Kontakt zu den Oberkreidemergeln tektonisch ist.

Die mit 20° - 25° nach SE einfallende Lineation ist überall im Bralungiatal ausgeprägt vorhanden.

Die breiten Oberkreidekalkmergelaufschlüsse des Valle Bralungia verschmälern sich nach NW zur Colla Goderie hin infolge der Überschiebung durch die Trias- und Jurakalke und -dolomite. Dort ist die charakteristische Knickfältelung im Dezimeterbereich gut ausgebildet. Nördlich der Colla Goderie schaltet sich noch eine schmale linsenartige Zone von Albengaserie über den Kalkmergeln ein.

In der Fortsetzung nach NW verschmälern sich die Oberkreidekalkmergelaufschlüsse wieder am Südhang des Mte. Plunea aus tektonischen Gründen bis auf etwa 200 m (im Bralungiatal waren es über 1 km Aufschlußbreite), und es schalten sich sandige und brekziöse Partien ein. Dies ist besonders gut jenseits der diagonalen Seitenverschiebung auf dem Kamm der Höhen 1.251, 1.214 und 1.246 m zu beobachten, der von der Oberkreide gebildet wird. Hier wechseln sich kalkige Lagen mit mergeligen, brekziösen und feinsandigen ab.

Dünnschliffe aus diesem Gebiet zeigen sämtlich starke Durchbewegung und damit erfolgte Umkristallisation des Gesteins. Es finden sich Reste von vermutlich einkieligen Globotruncanen (bei der Höhe 1.214 m) und anderen Foraminiferen neben vermutlichen Crinoidenresten. Der in den meist dichten Kalkmergeln nur geringfügig enthaltene Quarz ist umkristallisiert und zeigt undulöse Auslöschung. Die kleinen Kristalle sind xenomorph-lappig verwachsen. Feinkristalliner Kalkspat ist reichlich vertreten, besonders in den stressfreien Räumen hinter den z.T. nur 0,5 mm großen Brekzienkomponenten, die aber bis 5 mm im Durchmesser erreichen können.

Die Oberkreidekalkmergel des Kammes nordöstlich Tetti Chiotti werden westlich der Höhe 1.246 m durch eine zweite

diagonale Seitenverschiebung abgeschnitten, und in der Streichrichtung schließt sich Flysch noir s.str. an. Erst die jenseits der Störung gelegene Höhe 850 m am SW-Hang des unteren Valle Brignola bei Tetto Costa besteht wieder aus typisch durchbewegten und geschieferten Oberkreidekalkmergeln. Sie setzen sich in einem schließlich auskeilenden schmalen Band unter den überschobenen Oberjurakalken (in Guillestrefazies) der Costa Brignola entlang der Straße zwischen Tetti Giraudo und Tetto Fantino fort. Zwischen dem Mte. Plunea und der Costa Brignola werden die Oberkreidekalkmergel von Oberjurakalken tektonisch überlagert.

Die Oberkreidekalkmergel streichen, wie fast alle anderen Schichten des gesamten Arbeitsgebietes, mit $125 - 155^{\circ}$ und fallen mit $25 - 65^{\circ}$ nach NE ein. Es herrscht daher überall SW-Vergenz vor. Lediglich die NW-vergente Mulde zwischen Mte. Bussaia und Mte. Sapè nimmt eine Ausnahmestellung ein.

d. Eozänflysch: Albengaserie

Die von M. RICHTER (1959/60) für das Flyschgebiet von Sanremo - Alassio aufgestellte Albengaserie liegt dort mit Transgressionskontakt auf Jungpaläozoikum und Mesozoikum der Zone des Briançonnais, bildet also das jüngste Schichtglied der letzteren.

Sie transgrediert zwischen Cerialle und Upega auf die Gesteine des Perm, der Trias und des Jura. Westlich von Upega schalten sich jedoch am Kontakt zur Albengaserie sehr mächtige, hellgraue Kalkmergel der Oberkreide ein, die dann weiter nach NW tektonisch an die Buntschieferserie (Basis des Oberkreideflysch) grenzen. Bei den Oberkreidemergeln handelt es sich um die gleichen, die auch im Valle Grande von Vernante die Basis der Albengaserie bilden. Hier wie dort zeigen sie kräftige Lineation, so daß die darin vorkommenden Globotruncanen stark umkristallisiert und nicht näher zu bestimmen sind. Das Alter ist vermutlich Cenoman/Turon. Westlich von Upega setzt die

Albengaserie zwischen Oberkreidekalkmergeln und Buntschieferserie in einer tektonischen Durchbewegungszone, die sich über dem Colle Selle Vecchie, dem obersten Rio Freddo und dem Colle della Perla gegen das S.Giacomotal von Limone-Piemonte fortsetzt, plötzlich aus.

Am Colle dei Signori tritt die Albengaserie jedoch in einer kleinen verschuppten Flyschmulde nochmals auf; dort wird ihre Basis von Nummulitenkalken gebildet. Daneben tritt dort auch etwas Buntschieferserie auf. Weiterhin liegt die Albengaserie in mehreren größeren und kleineren Mulden innerhalb der Zone des Briançonnais; so am Mte. Mondolè, westlich der Cima della Saline, südlich des Mte. Antoroto und schließlich in der großen verschuppten Mulde von Castelvecchio (M. RICHTER (1959)). Es handelt sich bei Castelvecchio also nicht um ein Fenster. Damit entfällt nach M. RICHTER zumindest für diesen Teil der Briançonnaiszone ein Deckenbau. Ebenso konnte durch die Arbeiten von M. RICHTER die Annahme von M. LANTEAUME (1958), daß es sich bei der Albengaserie um eine eigene tektonische Einheit unbestimmter Herkunft handelt, klar widerlegt werden, da die Albengaserie eindeutig transgressiv den älteren Gesteinen der Briançonnaiszone aufruht.

Die Albengaserie hat mittel- bis obereozänes Alter, da nach M. RICHTER (1960) im NW des Colle di Nava am Unterlauf des Tanarello Nummulitenkalke des Lutets unter der Albengaserie auftreten. Außerdem sind an einigen Stellen Discocyclinen und Globigerinen des Mitteleozäns innerhalb der Sandkalke und Mergel der Albengaserie gefunden worden.

Wie aus der Arbeit von M. RICHTER (1960) hervorgeht, liegen am Peso Grande östlich des Castell'Ermo transgressiv auf faziell dem Ostalpin ähnlichen Oberjurakalken und Radiolariten der Briançonnaiszone bis zu 30 m mächtige Sandsteinlagen vom Typus Grès d'Annot, die dort die Basis der Albengaserie bilden. Diese Feldspatsandsteine setzen sich nach E weiter fort, wo sich dann grobe, bis zu 100 m mächtig werdende Konglomerate unter den Sandsteinen einschalten.

Die Albengaserie besteht im Flyschgebiet von Sanremo - Alassio sehr einheitlich aus dunkelblaugrauen Mergeln, in die dunkle Kalke und Sandkalke eingelagert sind. Einschaltungen von dunklen z.T. auch roten und grünen Schiefern sind stellenweise anzutreffen. An der Basis treten, wie schon erwähnt, Nummulitenkalke, Sandsteine und quarzitisches Konglomerate von Geröllen aus der Briançonnaiszone auf.

Typisch für die Albengaserie ist die Spezialfältelung von ss und s_1 -Flächen, wobei die ss-Flächen zu Gleitbrettebenen s_2 umgestaltet wurden. Bei tektonischer Beanspruchung geht die Albengaserie häufig in eine Kalkphyllitserie über.

Im Kartierungsgebiet tritt westlich von Vernante erneut Albengaserie auf, nachdem sie in Westligurien bei Upega aussetzte. In dem von D. RAATZ bearbeiteten Nachbargelände befindet sich die Albengaserie direkt bei Limone-Piemonte und weiter südlich liegt sie mit Transgressionskontakt auf einer Juraklippe, die auf der Buntschieferserie (Basis des Oberkreideflysch) bei Punta Buffe zu beobachten ist. Die Buntschieferserie liegt dort verschuppt innerhalb des Subbriançonnaisflysch. Bei der Jura-klippe handelt es sich um typische Briançonnaisfazies (Guillestrefazies).

Durch die Lage der Juraklippe ergibt sich an dieser Stelle eine Überschiebung der Briançonnaiszone auf den Subbriançonnaisflysch, in den die Buntschieferserie tektonisch eingeschaltet ist, von mindestens 3 km.

Die Albengaserie liegt am NE-Rand des Arbeitsgebietes zwischen Valle Grande und Valle Bralungia und am S-Hang der Serra Sariundo. Sie wird von Oberkreidekalkmergeln eingeraht. Diese grenzen mit tektonischem Kontakt im SW gegen den schiefbrig-sandigen Eozänflysch (Flysch noir s.str.) und im NE gegen die jurassisch-triassischen Serien der Briançonnaiszone.

Die Übereinstimmung mit der Albengaserie Westliguriens ist klar zu sehen. Es handelt sich hier wie dort um eine

Serie von dunkelblaugrauen Kalken, Sandkalken, Mergeln und Schiefern. Sehr auffallend ist das tektonische Bild, d.h. die starke Durchbewegung der einzelnen Sandkalk- bzw. Kalk-Bänke, wobei meist eine Umwandlung in Kalkphyllite zu beobachten ist. Starke Schieferung s_1 mit Serizitbildung auf den Schieferungsflächen und zahlreiche Kalzitadern, die das Gestein durchsetzen, sind überall zu sehen. Feingeschieferter mergelige Lagen wechseln mit kompakten sandigen Partien ab.

In den feinschiefrigen Lagen wurden an mehreren Stellen Helminthoideen gefunden. Zwischen den Sandkalkbänken schalten sich häufig geringmächtige Zwischenlagen von grünen, schwarzen und ganz selten auch roten Schiefern ein. Die dunkelblaugrauen, durchbewegten Sandkalke und Sandmergel herrschen vor. Der Sandgehalt der einzelnen Kalkbänke ist schwankend, infolge der starken Durchbewegung ist jedoch eine Vertikalsortierung (graded bedding) nicht feststellbar. Die Kalk- bzw. Sandkalkbänke haben Mächtigkeiten von 20 cm bis 1 m.

Typisch für das Arbeitsgebiet ist das gemeinsame Auftreten der Albengaserie mit den grauen Kalkmergeln der Oberkreide, die an der Basis der Albengaserie liegen. Ähnliche Verhältnisse finden sich in der Gegend von Upega. Allerdings ist die Einengung der Flyschzonen und die damit erfolgte Verschuppung im Raume von Vernante viel stärker.

Der Oberkreideflysch fehlt im Arbeitsgebiet völlig, und die Albengaserie liegt mit den Oberkreidekalkmergeln an der Basis mit tektonischem Kontakt auf dem Subbriançonnaisflysch (Flysch noir s.str.). Da die Oberkreidekalkmergel ebenfalls wieder am Kontakt zu den triassischen Gesteinen der Briançonnaiszone, auf denen sie sicherlich ursprünglich lagen, auftreten, handelt es sich also wahrscheinlich um eine ehemalige Muldenstruktur, die jetzt nach SW überkippt liegt. Am Kontakt zur Trias der Briançonnaiszone ist es ebenfalls zu Überschiebungen gekommen.

Mitten in der Albengaserie liegt bei T. Sofranin am N-Hang des Rio Seccotales eine mehrmals zerbrochene Schuppe von mittel-obertriassischen Fossilschuttkalken mit Diploporen, was ebenfalls auf starke Schuppentektonik hinweist. An der Basis dieser Schuppe sind möglicherweise auch Oberkreidekalkmergel mit aufgedrungen. Über der Schuppe treten östlich Tetti Caiera rote, grüne und schwärzliche Schiefer auf. Ein Äquivalent hierzu wären die bunten Schiefer auf den Triasschuppen innerhalb der Albengaserie östlich Caprauna in Westligurien. Etwas weiter nordöstlich, oberhalb Tetti Caiera, liegen auch Rauchwacken der Mitteltrias inmitten der Schuppe. Diese oft als Abscherungshorizont dienenden Rauchwacken sind typisch für die Überschiebungs- bzw. Schuppenbahnen im ganzen Arbeitsgebiet, so z.B. an der Basis der Schuppe der Einheit des Colle di Tenda und an der Überschiebungsbahn der triassischen Gesteine der Briançonnaiszone auf die Albengaserie.

Leider erbrachten zahlreiche Dünnschliffe aus der Albengaserie keine Fossilien; auch Schlammproben blieben ergebnislos. Das hängt aber mit der starken Durchbewegung und der damit erfolgten Umkristallisation zusammen. Lediglich Helminthoiden wurden ab und an gefunden. In der ligurischen Albengaserie treten vereinzelt ebenfalls Helminthoiden auf.

Ein wichtiges Merkmal für die Albengaserie westlich von Vernante sind die linsenartigen, z.T. sehr mächtig werdenden Sandsteineinschaltungen, die hier nicht wie im ligurischen Flyschgebiet an der Basis, sondern innerhalb der Sandkalke der Albengaserie eingeschaltet sind. Die teilweise deutliche Verzahnung der Sandsteinlinsen mit den Sandkalken spricht gegen eine Hochschuppung von der Flyschbasis in höhere Teile.

Im Arbeitsgebiet von D. RAATZ (1962) läßt sich die Albengaserie im SE des Valle Grande bis etwa T. Comput (Valle Sausa) westlich unterhalb der R^{ca.} del Pino verfolgen, wo sie dann von den triassischen Quarziten und Dolomiten

des Mte. Vecchio überschoben wird. Die Oberkreidekalkmergel an der Basis keilen südöstlich Tetti Case aus, was mit dem Abtauchen der B_2 -Achsen nach SW übereinstimmt.

Nach NW endet die Albengaserie zwischen Tetti Marolet und T. Tolet. Es folgen ausschließlich die Kalkmergel der Oberkreide. Infolge dichter Bewaldung und tiefgreifender Verwitterung sind die Aufschlüsse an dieser Stelle so schlecht, daß man nicht sagen kann, ob die Albengaserie hier tektonisch unterdrückt wird oder stratigraphisch auskeilt. Sicherlich ist erstes der Fall, da die Oberkreidekalkmergel im Bralungiatal eine enorme Mächtigkeit erreichen, was sich gut durch Verschuppung erklären ließe. Dazu kommt das Abtauchen der B-Achsen nach SE und umgekehrt das Herausheben nach NW.

Die Mächtigkeit der Albengaserie läßt sich im Valle Grande und Valle Secco auf etwa 450 m schätzen. Über den Höhenrücken zwischen Bric Martinet und der Höhe 1.010 m südöstlich des Mte. Croce della Moler (949 m) setzt sich die Albengaserie zum Vallone Secco weiter fort. Dort erhält man entlang des Weges im Tal von E nach W folgendes Querprofil, dessen Schichtglieder alle zwischen 40 und 70° nach NE einfallen (Abb. 5):

1. Kalke und Dolomite der Mittel-Obertrias
2. 200 m helle, grünliche Quarzite der Untertrias, z.T. stark verschiefert,
3. etwa 70 m grüne Phyllite der Triasbasis,
4. etwa 60 m Triaskalke und -dolomite, die stark durchbewegt sind,
5. etwa 150 m helle, zähe, grobkörnige Feldspat-Sandsteine mit Tonschmitzen,
6. etwa 250 m durchbewegte Sandkalke der Albengaserie mit vereinzelt grünen und schwarzen Schiefererzwischenlagen,
7. 5 m helle Sandsteine mit Tonschmitzen,
8. etwa 200 m Sandkalke der Albengaserie
9. 20 - 40 m mächtige Fossilschuttkalke mit Diploporen der Mittel-Obertrias in Schuppenform

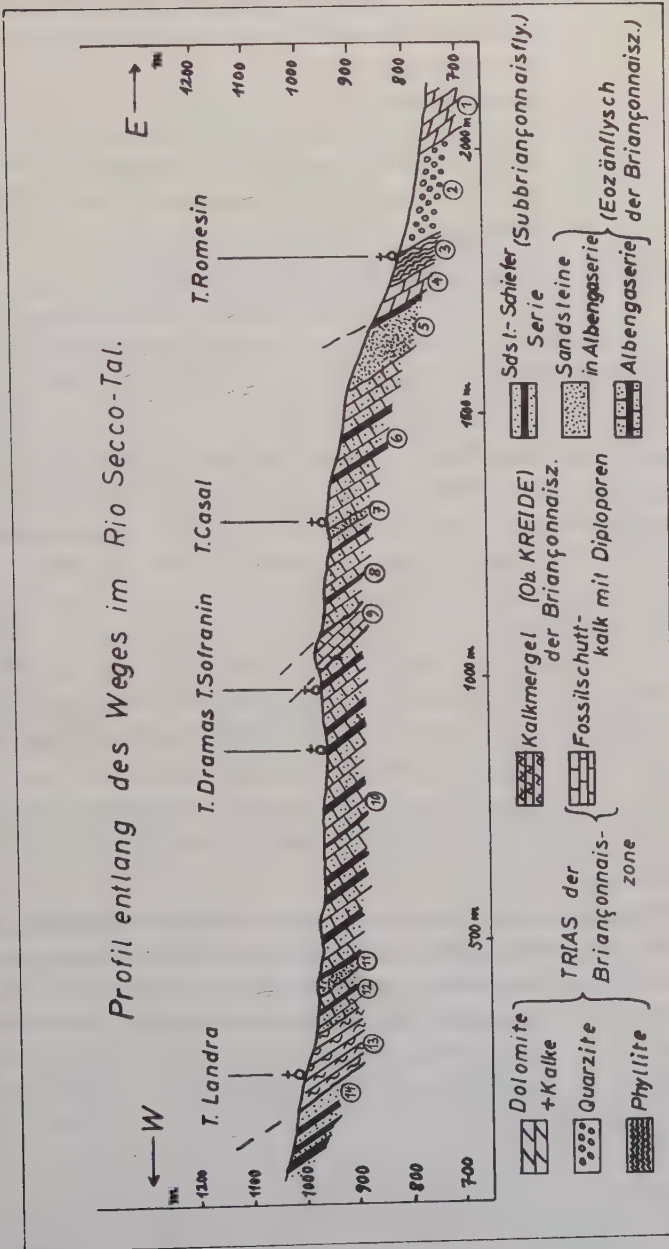


Abb. 5

10. etwa 550 m Sandkalke der Albengaserie mit dunklen Schieferereinlagen
11. 20 m mächtige, helle Feldspatsandsteine mit Tonschmitzen
12. etwa 60 m Sandkalke der Albengaserie
13. über 100 m Kalkmergel der Oberkreide
14. dunkle glimmerreiche Sandsteine des Flysch noir s.str. (Subbriançonnais-Flysch).

Vom Vallone Secco läßt sich die Albengaserie in der Streichrichtung zur Costa Croce Coltura hin verfolgen. Auch dort liegen gute Aufschlüsse entlang des Kammes. Die Sandsteinkomplexe werden jedoch dort sehr viel mächtiger als im Seccotalprofil.

Nördlich der Höhe 1.283 m endet die Schuppe der Diploporenkalke (Mittel-Obertrias) von Tetti Caiera und Tetti Sofranin. Westlich der Höhe 1.432 m grenzt die Albengaserie ohne Zwischenschaltung von Oberkreidekalkmergeln mit tektonischem Kontakt an den Flysch noir s.str. der Subbriançonnaiszone. Im Nordwesten der Costa Croce Coltura ist die Albengaserie mit ihren Sandsteinen überall am Weg von Tetti Serre nach Tetti Goderie im Anstehenden zu finden, wie ebenfalls am weiter nordwestlich gelegenen Weg zwischen Tetto Marolet und Tetto Ciola.

Zwischen Tetti Serre und Tetto Romesin liegt die Albengaserie mit tektonischem Kontakt unter den Oberkreidekalkmergeln.

Am Südende der Serra Sariundo tritt die Albengaserie unterhalb der Höhe 1.453 m, im NW des Bralungiatales in einem kleinen Aufschluß zum letztenmal wieder auf, nachdem sie bei T. Marolet aussetzte. In diesem kleinen Vorkommen liegt die Albengaserie wieder auf den Oberkreidekalkmergeln. Neben den typisch durchbewegten Sandkalken treten ebenfalls die groben Feldspatsandsteine und rote und grüne Schiefer auf. Die Aufschlüsse sind hier leider nicht gut, so daß auch der Kontakt der Albengaserie zu den Triaskalken der Briançonnaiszone direkt bei der Höhe 1.453 m nicht zu sehen ist. Weiter nach NW liegen die

Oberkreidekalkmergel wieder unter den Jurakalken der Briançonnaiszone, und die Albengaserie fehlt.

Die Sandsteineinschaltungen in der Albengaserie

Es handelt sich um kompakte, umgeschichtete, grobkörnige Sandsteine. Sie sind hellgelblich bis bräunlich und stecken voller schwarzer Tonschmitzen. Sie entsprechen faziell völlig den Sandsteinen der autochthonen Basisserie. Diese sind jedoch dunkler und gebankt.

U.d.M. lassen sich folgende Minerale erkennen:

Überwiegend Quarzkörner mit geringem Rundungsgrad und brekziös-kataklastischen Formen. Zum Teil ist beginnende Umkristallisation der Quarzkörner zu erkennen. Daneben tritt reichlich Kalifeldspat und Serizit auf. Plagioklas ist weniger vertreten. Selten Mikrolin, Hornblende und Chlorit. Die Feldspäte sind in wechselndem Maße serizitisiert. Die Grundmasse besteht aus einem sehr feinkörnigen Gemenge von Serizit, Quarz und Feldspat.

Die Sandsteine innerhalb der Albengaserie sind meistens zu sehr mächtigen linsenartigen Komplexen angereichert. Sie erreichen auf der Costa Croce Coltura zwischen Tetti Serre und der Höhe 1.346 m eine Mächtigkeit über 200 m. Nach Südosten und Nordwesten verschmälern sich die Linsen und verzahnen sich mit den Sandkalken der Albengaserie. Schließlich keilen sie in beiden Richtungen aus.

Gute Aufschlüsse liegen nordöstlich des Bric Martinet zwischen Vallone Grande und Vallone Secco. Nördlich oberhalb von Tetti Bertola ist ein deutliches Verzahnen der Sandsteine mit den Sandkalken der Albengaserie zu beobachten. Zwischen Tetti Caiera und der Höhe 1.117 m, nördlich der Costa Croce Coltura, erstreckt sich ebenfalls eine Sandsteineinschaltung in der Albengaserie.

Der längste und mächtigste Sandsteinkomplex beginnt auf dem Höhenrücken zwischen Vallone Secco und Valle Grande bei der Höhe 1.010 m, südwestlich des Mte. Croce della Moler. Dort liegt er mit tektonischem Kontakt unter den Phylliten und Dolomiten der Trias der Briançonnaiszone. Er überquert südwestlich Tetti Romesin das Secco-Tal und setzt sich nach Tetti Secole weiter fort. Dort verbreitert

sich die Sandsteineinschaltung von ursprünglich etwa 100 m auf etwa 300 m Aufschlußbreite.

Die Höhe 1.346 m auf dem Kamm der Costa Croce Coltura wird ebenfalls von den Sandsteinen gebildet. Nördlich davon verzahnen sich die Sandsteine wieder mit den Sandkalken der Albengaserie, um schließlich bei Tetti Marolet gänzlich auszukeilen. Ein letztes kleines Vorkommen der hellen, feldspatreichen Sandsteine liegt an der Basis der Albengaserie am Südhang der Serra Sariundo.

D. Tektonische Synthese

Der schmale, etwa 60 km lange Flyschstrang zwischen Colle di Tenda im SE und Colle Maddalena im NW, in dem das Arbeitsgebiet liegt, zeichnet sich durch intensiven Schuppenbau aus, wodurch Stratigraphie und Tektonik eng verknüpft sind. Die allgemeinen tektonischen Verhältnisse wurden daher, um Wiederholungen zu vermeiden, gemeinsam mit der Stratigraphie behandelt.

Im folgenden soll die Tektonik der einzelnen Einheiten zusammengefaßt beschrieben und auf spezielle tektonische Probleme eingegangen werden.

I. Die autochthon-parautochthone Sedimentbedeckung des Mercantourmassivs

Die Sedimentbedeckung des Mercantourmassivs wird im Arbeitsgebiet von Jura- und Kreidekalken gebildet, auf denen die Nummulitenkalke der Basisserie transgressiv aufliegen. Über den Nummulitenkalken folgt die Mergel-Sandstein-Serie (Grès d'Annot), die das mächtigste Glied der Basisserie darstellt. Das durchschnittliche Streichen und Fallen der Mercantourmassivbedeckung beträgt im Untersuchungsgebiet $140^{\circ}/40^{\circ}$ NE.

Nach A. FAURE-MURET und G. SUTER (1949) ist der Kontakt zwischen den Gneisen und den Jura- und Kreidekalken, die stellenweise mit Zwischenschaltungen von triassischen

Serien auf den kristallinen Gesteinen des Mercantourmassivs liegen, tektonisch. Es ist nämlich entlang dieses Kontaktes zu Abscherungen und Loslösungen gekommen, die sicher durch die Hebung des Massivs verursacht wurden. Der Kristallinsockel ist nach FAURE-MURET und SUTER zwischen Pontebernardo im Sturatal bis südwestlich unterhalb des Mte. Garbella von seiner Sedimentbedeckung entblößt worden, und diese ist auf den Gneisen abgeglitten und schließlich steil aufgerichtet worden.

Durch diese Verhältnisse kann man außer bei den Gneisen nicht mehr von echter Autochtonie sprechen, und die mesozoisch-tertiäre Sedimentbedeckung wurde deshalb als autochthon-parautochthon bezeichnet.

Ganz im S des Arbeitsgebietes sind in der dort von Oberjurakalken (und darauf transgressiv liegenden Nummulitenkalken, in deren Hangenden sich die Mergel-Sandsteinserie der Basisserie anschließt) gebildeten Sedimentbedeckung des Mercantourmassivs drei etwa N-S verlaufende diagonale Seitenverschiebungen zu beobachten, die in Abständen von etwa 300 m nebeneinander liegen und sich etwa auf eine Länge von 500 bis 700 m verfolgen lassen (s. Profil I).

Eine andere sehr viel kleinere Seitenverschiebung liegt nordwestlich des Mte. Garbella. Sie streicht 45° , fällt etwa senkrecht ein und versetzt den Nummulitenkalk der NE-Flanke der Costa Garbella um etwa 30 m nach SW.

Die geschieferten Kreidekalke der Mercantourmassivbedeckung bilden, wie S. FRANCHI schon 1927 erkannt hat, die schon beschriebene Tauchfalte des Mte. Corno, nordöstlich von Entracque. Diese Tauchfalte setzt sich jenseits des Gesso nordwestlich von Valdieri zum Mte. La Piastra weiter fort, wo sie von R. MALARODA (1957) beschrieben wurde.

Das Achsenabtauchen der vollständig überkippt liegenden Mulde unterhalb der Tauchfalte beträgt $10 - 15^{\circ}$ nach ESE.

Der Westhang des Mte. Corno zeigt mehrere übereinanderliegende SW-vergente Falten, die von den geschieferten Kreidekalken gebildet werden. Die Faltenachsenfläche senkrecht zur Faltenachse B der Tauchfalte des Mte. Corno läßt sich mit etwa 2 km Länge berechnen. Vermutlich ist die Tauchfalte nach Art der helvetischen Decken durch Abgleitung des Schichtpaketes von dem sich hebenden Mercantourmassiv entstanden.

Die Kreidekalke sind stark geschiefert, z.T. im 10 - 100 m - Bereich verfaultet und zeigen stellenweise Knickfältelung im Dezimeterbereich.

Auch die Mergel-Sandstein-Serie zeigt überall Verfaultung im 10 - 50 m - Bereich. Besonders gut ist dies im unteren Vallone Grande oberhalb von Trinità und im Valle Garbella bei Palanfrè zu beobachten, wo die Grès d'Annot-Bänke mehrere aufeinanderfolgende Falten bilden (Abb. 6). Die ausgeprägteste Falte liegt dort mit ihrer Sattelumbugung am NW-Hang des unteren Valle Garbella. Die NE-Flanke der Falte fällt mit 75° nach NE ein und die SW-Flanke mit 60° nach SW; die Faltenachse streicht 135° und taucht mit 25° nach NW ab. Weiter nordöstlich liegen die Falten meist nach SW überkippt, d.h. es herrscht allgemein SW-Vergenz vor. An anderen Stellen ist häufig starke Durchbewegung der Mergel-Sandstein-Serie zu beobachten, so z.B. bei Ciabot Tramolina auf der NE-Flanke der Tauchfalte des Mte. Corno, wo das B₂-Linear der sandigen Mergel 130° streicht und 20° nach SE einfällt. Die Basisserie wird entlang ihrer Längserstreckung im NE von der Zone des Subbriançonnais überschoben (s. Profile II-IV, VIII und IX).

Innerhalb der Basisserie liegen im Flyschgebiet Westliguriens zahlreiche Mylonitzonen, die an Durchbewegungsbahnen gebunden sind, und es stecken dort eine Anzahl von Schuppen und isolierten Gleitbrettern ganz im Hangenden der Mergel-Sandstein-Serie in der Nähe der Oberkreide-flyschüberschiebung. Die Basisserie ist in Westligurien mehrfach in sich verschuppt, so daß sich die Abfolge öfter wiederholt.

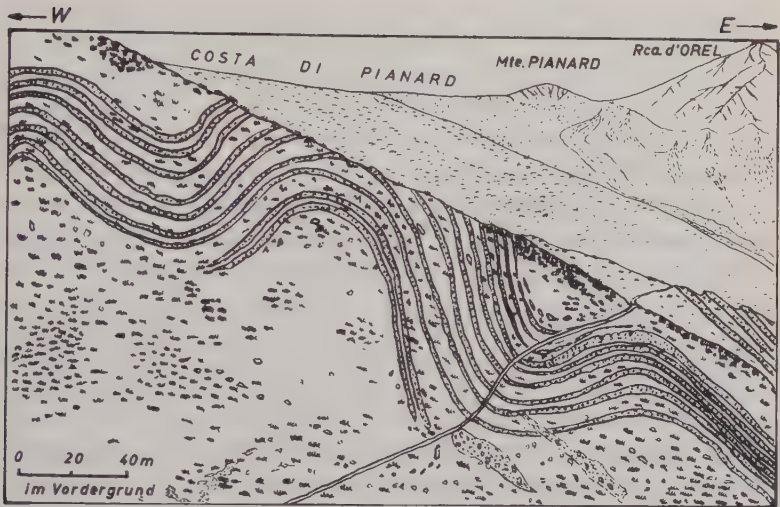


Abb. 6 Gefaltete Grès d'Annot-Bänke der Basisserie zu Beginn des Valle Garbella (westlich Pallanfrè).

An Hand der von P. FALLOT und M. LANTEAUME neu bearbeiteten Tunnelprofile des Colle di Tenda ist festzustellen, daß die Basisserie sich dort am SW-Hang um etwa 2 km selbst überschoben hat, was durch das Auftreten eines mächtigen triassischen Anhydritkomplexes innerhalb der Basisserie zum Ausdruck kommt.

II. Die parautochthone Schuppenzone des Subbriançonnais (Einheit des Colle di Tenda s.l.)

Die Hauptbauelemente der Zone des Subbriançonnais und der Briançonnaiszone, die Schuppen, sind in ihrer Tektonik einander sehr ähnlich. Eine der wichtigsten Voraussetzungen zur Entstehung von Schuppen, die deutliche Heterogenität der Schichtglieder, z.B. in diesem Falle massive Jurakalke im Gegensatz zu weichen Flyschsedimenten, ist praktisch im ganzen Arbeitsgebiet gegeben. Das bedeutet jedoch nicht, daß hier im Flysch jeweils nur völlig isolierte Gleitbretter von massiven Kalken stecken.

Die Kartierung zeigt vielmehr, daß es sich hauptsächlich um "dachziegelartig" übereinanderliegende Schuppen handelt, die im Liegenden eine Überschiebungsbahn und im Hangenden normale Transgressionskontakte aufweisen. Das beste Beispiel hierfür ist die bedeutendste und längste Schuppe des gesamten Flyschstranges, die sich über 30 km ausdehnende Schuppe des Colle di Tenda - Mte. Bussaia - Cima Pissousa, an deren Basis die Überschiebung der Zone des Subbriançonnais auf die autochthon-parautochthone Sedimentbedeckung des Mercantourmassivs, die durch die Basisserie vertreten ist, verläuft. Diese Schuppe besteht in der Hauptsache aus massiven, marmorisierten Kalken des oberen Jura (Malm), in deren Hangenden Unterkreide bis einschließlich Priabon folgt.

Die Einheit des Colle di Tenda s.l. (Subbriançonnaiszone) umfaßt die oben erwähnte Schuppe und die Schuppe des Mte. Sapè - Mte. Casternand bis zum Mte. Cologne mit ihrem Hangendflysch (Flysch noir s.str.). Diese Schuppenzone ist durchschnittlich etwa 4 km breit. Sie ist vom Sturaltal nach SE bis jenseits des Colle di Tenda zur Bassa Crocetto südlich des Rio Freddo zu verfolgen, wo sie sehr schmal geworden ist und schließlich ausbleibt, was nach M. RICHTER (1960) mit dem Untertauchen des Mercantourmassivs nach SE zusammenhängt.

An der Überschiebungsbahn der Einheit des Colle di Tenda s.l. auf die Basisserie sind im SE des Arbeitsgebietes

Schubfetzen von Rauchwacken der Mitteltrias und Gesteine des Lias-Rät zu finden. Im NW des Gebietes liegt dagegen ein sehr schmales Band von Mittel-Oberjurakalken an der Überschiebungsfront. Dieses zeigt bei der Fontana Fredda (1.407 m), südöstlich Tetti Bufre einen gut aufgeschlossenen, typischen tektonischen Kontakt zur Basisserie.

Am besten kommt die mit $30 - 40^{\circ}$ nach NE einfallende Überschiebung der Zone des Subbriançonnais auf die Basisserie durch die Tunnelprofile des Colle di Tenda zum Ausdruck, die BALDACCI und FRANCHI (1900) aufgenommen und FAURE-MURET und FALLOT (1956) neu bearbeitet haben. Dort ergibt sich eine Überschiebungsweite von 6 bis 8 km durch die Verfolgung der Trias- und Juraserien der Subbriançonnaiszone, die in den beiden übereinanderliegenden Tunneln aufgeschlossen sind.

Innerhalb der Mittel-Oberjurakalke der parautochthonen Einheit des Colle di Tenda konnten eine Reihe von Verschuppungszonen festgestellt werden, in denen Gesteine der unteren Trias bis zum Lias auftreten. Zwischen Mte. Pianard und R^{ca}. d'Orel liegt so eine Verschuppungszone. Dort soll es sich jedoch nach S. FRANCHI (1894) um eine "komplette" Juraantiklinale mit triassischen Serien im Kern handeln.

Tatsächlich handelt es sich dort jedoch eindeutig um Schuppen (s. Abb. 2). Im Erosionstrichter nördlich des Bric dell'Omo und am NE-Hang des Roaschiatales treten ebenfalls Verschuppungszonen innerhalb der Mittel-Oberjurakalke auf.

Nordöstlich der Jurakalkkette des Mte. Bussaia - R^{ca}. Vanciarampi schließt sich das schon mehrfach erwähnte Gebiet der Doppelmulde von Kreidekalken und Eozänflysch an. Inmitten dieser NW-SE streichenden Zone verläuft eine meist weit gefaltete Antiklinale von Mittel-Oberjurakalken, die die Doppelmulde in eine südwestlich gelegene (NE-vergente) und eine in NE sich erstreckende (SW-vergente) Mulde teilt. Diese Antiklinale ist vom Valle Grande bei Tetti Baro zum Vallone Pioccia unterhalb Tetti Doni mit einer flach nach

NW abtauchenden Faltenachse zu verfolgen. Von dort aus steigt die Faltenachse jedoch zum Mte. Testas hin nach NW an, und die nur noch durch Kreidekalke vertretene NE-vergente Mulde südwestlich davon hebt ebenfalls aus.

Die NE-Vergenz dieser Mulde fällt als Gegensatz zu der sonst überall im Arbeitsgebiet verbreiteten SW-Vergenz aus dem Rahmen. Die NE-Flanke der Mulde fällt mit $30 - 40^{\circ}$ und die SW-Flanke durchschnittlich mit $70 - 80^{\circ}$ nach SW ein. Nordöstlich der Jurakalkantiklinale schließt sich die SW-vergente Mulde an, deren überkippter NE-Flügel von der Schuppe des Mte. Sapè - Mte. Casternand gebildet wird, die den Flysch noir s.str. des Muldenkerns nach SW überschoben hat. Diese Mulde läßt sich durchgehend vom Valle Grande di Vernante bis zum Valle Gesso bei Tetti Monfranco verfolgen.

Die Schuppe des Mte. Sapè - Mte. Casternand ist möglicherweise aus einem Sattel hervorgegangen, da in dem von D. RAATZ bearbeiteten Nachbargebiet an der kleineren Jura-Schuppe der Höhe 1.166 m, südlich Tetto Verna, sowohl im Liegenden als auch im Hangenden der Jurakalke die Nummulitenkalke der Subbriançonnaisflyschbasis auftreten.

Die Umbiegung des Sattels ist nicht aufgeschlossen, und ebensowenig läßt sich in den kompakten Jurakalken der zu erwartende Wechsel von normaler zu überkippter Lagerung feststellen. Auf dem pultartig nach NE abfallenden Hang der Costa del Sapè konnten jedoch nirgends Nummulitenkalke nachgewiesen werden, und der Flysch noir s.str. liegt mit tektonischem Kontakt direkt auf den Jurakalken der Schuppe. Ebenso fehlen dort die Kreidekalke und die Konglomerate der Basis des Flysch noir s.str., die sich unterhalb der Jurakalksteilwände im SW der Costa del Sapè einschalten. Aber auch hier sind nur die Kreidekalke durchgehend aufgeschlossen, und die Konglomerate fehlen zum größten Teil. Lediglich die Nummulitenkalke sind an der Schuppenbasis durch einzelne kleine Schubfetzen vertreten (s. Abb. 3).

Nordwestlich des Mte. Sapè-Gipfels verläuft die Überschie-

bungsbahn entlang des Jura-Kreidekontaktes, was z.B. gut nordöstlich Tetti Malanoce zu beobachten ist.

Die etwa 140° streichende und 45° NE fallende Mte. Sapè - Mte. Casternand-Schuppe zeichnet sich durch eine Reihe von diagonalen Seitenverschiebungen aus, die alle im allgemeinen in N-S-Richtung verlaufen, d.h. es ist nur eine Störungsrichtung ausgeprägt vorhanden. Z.B. verläuft östlich des Mte. Sapè-Gipfels eine 170° streichende Seitenverschiebung, die mit 75° nach NE einfällt. Der Verschiebungsbetrag liegt dort bei etwa 200 m, während die anderen, südöstlich davon gelegenen Störungen einen Versatz von etwa 50 - 100 m aufweisen.

Zwei etwa parallel zueinander verlaufende, sehr ausgedehnte diagonale Seitenverschiebungen liegen westlich des Mte. Malma und auch westlich des Mte. Casternand bzw. nordwestlich von Roaschia.

Die Störung westlich des Mte. Malma, der innerhalb der Mte. Sapè-Schuppe liegt, streicht durchschnittlich 10° und fällt mit etwa 80° nach E ein. Sie ist auf eine Strecke von annähernd 3,5 km vom unteren Vallone Ciapusa bis zur Höhe 1,223 m nördlich Tetti Lombardo zu verfolgen. Der Verschiebungsbetrag dieser Seitenverschiebung liegt, wie es am Westhang des Mte. Malma innerhalb der Mte. Sapè - Mte. Casternand-Schuppe klar zum Ausdruck kommt, bei 300 m.

Schließlich folgt die Seitenverschiebung, die vermutlich schon westlich des Mte. Casternand beginnt und sich westlich Roaschia bis etwa zum Valle Brignola fortsetzt. Sie streicht auch etwa 10° , setzt sich ebenfalls in die Briançonnaiszone hinein fort und zeigt einen Versatz von etwa 500 m. Die Relativbewegungen bei den erwähnten Seitenverschiebungen sind entsprechend der SW-Vergenz aller Schuppen des Arbeitsgebietes nach S gerichtet.

Nach NW geht die Schuppe des Mte. Sapè - Mte. Casternand jenseits der Seitenverschiebung, die vermutlich im Tal der Fontana Dragonera bei Roaschia verläuft, in den zusammenhängenden Jurakalkkomplex der Einheit des Colle di

Tenda s.l. über. In südöstlicher Richtung taucht die Mte. Sapè-Schuppe am Osthang des Valle Grande di Vernante bei Tetto Verna unter mächtigen Flysch noir s.str. ab.

Innerhalb des Flysch noir s.str., der mit tektonischem Kontakt auf den Mittel-Oberjurakalken der Mte. Sapè - Mte. Casternand-Schuppe liegt, stecken zwei isolierte Gleitbretter, die bei Marghe Malaterra aus Jurakalken und bei Tetto Cudre aus Jura- und Nummulitenkalken der Subbriançonnaiszone bestehen (siehe Profile V-VII). Diese kleinen Schuppen haben sicherlich ehemals mit der großen Schuppe des Mte. Sapè - Mte. Casternand zusammengehangen, da die gleichen Nummulitenkalke der Tetto Cudre-Schuppe, nordöstlich von Roaschia, transgressiv auf den Jurakalken der Mte. Sapè - Mte. Casternand-Schuppe liegen. Allerdings haben diese Jurakalke einen tektonischen Kontakt im Liegenden, an dem ein schmales Band von Rauchwacken auftritt, das sich möglicherweise nach SE fortsetzte und dort vermutlich den Abscherungshorizont für die Gleitbretter bildete. Die Jurakalke der beiden Gleitbretter entsprechen denen der Mte. Sapè - Mte. Casternand-Schuppe, und ihre ehemalige Verbindung wird durch winzige Jurakalkschubfetzen, die zwischen den Gleitbrettern innerhalb des Flysch noir s.str., östlich Tetto della Colla auftreten, angezeigt. Beide kleinen Schuppen von Marghe Malaterra und Tetto Cudre streichen etwa 145° und fallen mit $45 - 55^{\circ}$ nach NE ein.

In nordwestlicher Richtung setzt sich der Flysch noir s.str. des Hangenden der Schuppe des Mte. Sapè - Mte. Casternand bzw. des Mte. Cologne in den Höhenrücken zwischen Valle Gesso und Valle Stura südwestlich des Mte. dei Cros und entlang des Valle dell'Agnello fort. Dort wurde er von R. MALARODA (1957) kartiert, der diesen Flysch in seinen Komplex III stellte. Somit gehört ein Teil des Komplex III noch der Zone des Subbriançonnais (Komplex II von R. MALARODA) an. Der schiefbrig-kalkige Flysch der Kreide bis zum Eozän des Komplex III entspricht zum größten Teil den Oberkreidekalkmergeln der Briançonnaiszone. Darin treten vereinzelt Verschuppungs-

zonen auf, in denen eozäne Nummulitenbrekzien vorkommen, die stellungsmäßig mit den Nummulitenkalken der Albengaserie zu vergleichen sind.

III. Zum Problem des Oberkreideflysch

Der Oberkreideflysch, der so eine enorme Verbreitung im Flyschgebiet Westliguriens und des Embrunais-Ubaye erreicht, ist im Untersuchungsgelände nicht mehr vorhanden. Die letzten Aufschlüsse von verschuppter Buntschieferserie, die die Basis des Oberkreideflysch darstellt, liegen in dem von D. RAATZ bearbeiteten Nachbargebiet am Colle Arpiola zwischen Bric Castea und Mte. Vecchio mitten im Flysch noir s.str.

M. RICHTER (1959-61) hat das Problem des Oberkreideflysch ausführlich behandelt. Im folgenden soll nur eine kurze Zusammenfassung gegeben werden. In Westligurien gliedert sich der oberkretazische Flysch nach M. RICHTER folgendermaßen:

Die Basis wird von der Buntschieferserie gebildet, darauf folgt der Bordighera-Sandstein, der durchgehend von der Mittelmeerküste bei Bordighera bis südöstlich von Limone-Piemonte vorhanden ist. Dort wurde er von D. RAATZ kartiert. Im Hangenden schließt sich die Saccarello-Serie (Helminthoidenserie), die Alassio-Serie und die Imperia-Serie an. Altersmäßig ergibt sich für alle überwiegend kalkig-sandig ausgebildeten Serien Oberkreide. Die Mächtigkeit des Oberkreideflysch ist mit etwa 1.500 m im Verhältnis zu seiner großflächigen Verbreitung recht gering. Jedoch ist der Oberkreideflysch stark spezialgefaltet und bildet zahlreiche große liegende Falten.

Östlich des Colle di Tenda ist nur noch eine schmale, schließlich ausgeilene Zone von Bordighera-Sandsteinen und etwas Saccarello-Serie (Helminthoidenserie), die beiderseitig von Buntschieferserie eingerahmt wird, vorhanden. Das letzte verschuppte Ende dieser Zone liegt schon im Flysch noir s.str., und in der weiteren Fortsetzung

nach NW treten nur noch Schuppen der Buntschieferserie bis schließlich zum Colle Arpiola auf. Der Oberkreideflysch Westliguriens überschiebt im W den autochthonen Tertiärflysch der Sedimentbedeckung des Mercantourmassivs, der von M. RICHTER als Basis-Serie bezeichnet wurde, und im NE auf der anderen Seite die autochthone Albengaserie. Dieser Eozänflysch stellt das jüngste transgressive Schichtglied der Zone des Briançonnais dar. Er ist im Arbeitsgebiet zu Beginn des Valle Grande bei Vernante vorhanden, setzt aber nach NW aus. Erst zwischen Gesso- und Sturatal findet sich wieder ein mögliches Äquivalent bei Tetti Bodin.

Nach M. RICHTER ist für den Oberkreideflysch eine weitgehende Autochthonie, nach Art einer "autochthonen Klippe" bei beträchtlicher Einengung des Untergrundes, anzunehmen. Er ist also mehr oder weniger in seiner heutigen Lage zum Absatz gekommen. Da sich südöstlich des Colle di Tenda zwischen den Oberkreideflysch und der autochthonen Basisserie die parautochthone Subbriançonnaiszone einschaltet, die in Form von Schuppen und Gleitbrettern im Hangenden der Basisserie noch bis zur Gegend von Triora vorhanden ist, liegt der Sedimentationsraum des Oberkreideflysch wahrscheinlich zwischen der Subbriançonnais- und der Briançonnaiszone. Es ergibt sich also nach M. RICHTER eine nordpenninische Stellung.

Durch die Annäherung der Mercantourmassivs und der Zone des Briançonnais in der Tiefe ist der Oberkreideflysch fächerartig hoch gepreßt und nach oben gefaltet worden. Dadurch hat er auf der einen Seite die autochthone Basisserie (Mercantourmassivbedeckung) und auf der anderen Seite die ebenfalls autochthone Albengaserie (Briançonnaiszone) überschoben.

Für die zeitliche Einordnung der Tektonik kommt die pyrenäische Faltung in Betracht, da beiderseitig das Ober-eozän überschoben worden ist.

Interessanterweise geht nach M. RICHTER ein Vergenzscheitel, aus der Briançonnaiszone bei Upega kommend, schief

durch den Oberkreideflysch hindurch, so daß der nordöstliche Teil hauptsächlich NE-vergent und der südwestliche Teil überwiegend SW-vergent geworden ist. Die "Scheitelung" hat jedoch nichts mit der Überschiebung zu tun, d.h. sie ist jünger als diese und fällt in das Ende der Pyrenäischen Faltung (älteres Oligozän).

Nach M. RICHTER lagen durch die z.T. starke Ähnlichkeit von Basis- und Albengaserie beide Serien vermutlich im Eozän in einem zusammenhängenden Ablagerungsraum. Der Oberkreideflysch würde dann darunter liegen. Es sind aber nirgends Reste von Eozänflysch auf dem Oberkreideflysch gefunden worden. Ebenfalls fehlte überall der Oberkreideflysch unter der Transgressionsfläche des Tertiärflysch, sowohl unter der Basisserie (Mercantourmassivbedeckung) wie auch unter der Albengaserie (Briançonnaiszone). Der Oberkreideflysch müßte also vorher abgetragen oder in einem schmalen Becken sedimentiert worden sein, was mit tektonischen Schwierigkeiten verbunden ist. Die Sedimentation des Oberkreideflysch erfolgte nach M. RICHTER allerdings genau wie in der Basisserie meist von S und SE her, was bei Ablagerung dieses Flysch im Raume der Poebene eigentlich sehr unwahrscheinlich wäre. Lediglich die Albengaserie zeigt eine Schüttungsrichtung aus der Briançonnaiszone, also aus N bis NE.

M. LANTEAUME (1958) nimmt dagegen für den Oberkreideflysch Westliguriens einen Deckenschub von etwa 100 km an, d.h. für ihn liegt dessen Ablagerungsgebiet jenseits der Briançonnaischwellenzone im höheren Penninikum. Das Liegende des Kreideflysch wären dann Schistes lustrés oder Argille scagliose gewesen. Der Fernschub müßte ebenfalls während der pyrenäischen Faltung erfolgt sein, da, wie schon erwähnt, das Eozän überfahren wird.

Die Deckendeutung des faziell dem nord-appenninischen Kreideflysch ähnelnden Oberkreideflysch Westliguriens bringt nach M. RICHTER mechanische Schwierigkeiten mit sich, da dessen Gesamtmächtigkeit nur etwa 1.500 m beträgt, er aber einen unzerstörten Faltenbau zeigt und durch

den angenommenen Fernschub keinerlei Metamorphose erlebt hat. Auch fehlen innerhalb der Briançonnaiszone Deckenreste des darüber verfrachteten Kreideflysch, und an der Deckenbasis treten nirgends ältere Gesteine als Buntschieferserie auf.

Nach M. LANTEAUME (1958) ist die Albengaserie eine Serie unbestimmter Herkunft und ebenfalls aus NE verfrachtet. Wie jedoch M. RICHTER eindeutig klarstellen konnte, transgrediert die Albengaserie auf paläozoisch-mesozoische Gesteine der Zone des Briançonnais z.T. mit Konglomeraten, die aus Geröllen dieser unterlagernden Briançonnaisserien bestehen. Auch liegt die Albengaserie in mehreren Mulden innerhalb der Briançonnaiszone und bildet z.B. bei Castelvechio kein Fenster unter der "Decke des Großen St. Bernhard" (= Briançonnaiszone), wie u.a. auch LANTEAUME annimmt, sondern eine allerdings stark verschuppte Mulde. Somit fällt zumindest in den Ligurischen Alpen der Deckenbau der Briançonnaiszone fort.

Im Flyschgebiet des Embrunais-Ubaye sind die tektonischen Probleme nach M. RICHTER dieselben wie in Westligurien. Dort tritt ebenfalls an der Basis des Oberkreideflysch (Helminthoidenflysch) die Buntschieferserie auf, die in Frankreich verwirrenderweise wie auch der Subbriançonnaisflysch als "Flysch noir" bezeichnet wird. Die Kontakte zur Briançonnaiszone und zum Subbriançonnaisflysch (Flysch noir s.str.), der sich dort größtenteils unter dem weit überschobenen Helminthoidenflysch einschaltet, sind ebenfalls tektonisch. In Mulden innerhalb der Briançonnaiszone tritt auch ein nur eozäner Flysch auf, der stellungsmäßig der Albengaserie entspricht.

Teilweise ist der Helminthoidenflysch auf die autochthone Basisserie (Grès d'Annot) südwestlich Colle Maddalena und auf die autochthonen "terres noires" (Mitteldogger bis unterer Malm) der Dauphinéfazies im Fenster von Barcelonnette aufgeschoben. An der Überschiebungsbasis des Oberkreideflysch im Embrunais sind Schuppen und Gleitbretter vom Mesozoikum vorhanden, die Subbriançonnaisfazies auf-

weisen und wahrscheinlich aus dem ursprünglichen Untergrund stammen. Damit käme auch hier dem Oberkreideflysch des Embrunais ein Sedimentationsraum zwischen Subbriançonnaiszone (oder zumindest Dauphinéfazies) und Briançonnaiszone zu. Bei der Annahme eines Deckenschubes des oberkretazischen Embrunaisflysch aus der Poebene müßten neben den Subbriançonnaischuppen an der Überschiebungsbasis auch Schubfetzen von Schistes lustrés vorhanden sein.

In dem Flyschstrang, der die beiden großen Flyschgebiete Westliguriens und des Embrunais-Ubaye zwischen Colle Maddalena (Col de Larche) und Colle di Tenda verbindet, liegen die Verhältnisse für den Oberkreideflysch folgendermaßen:

Er ist jeweils nur ein kurzes Stück jenseits der Pässe innerhalb des Stranges vorhanden, so südöstlich von Limone-Piemonte am NE-Hang des Colle di Tenda und westlich von Argentera bzw. südlich des Colle Maddalena im Valle Puriac. Auf beiden Seiten keilt er tektonisch aus. Bei Limone-Piemonte besteht das letzte Ende am Bric Campanino an der Basis aus Buntschieferserie, darauf liegen Bordigherasandstein und Saccarelloserie (Helminthoidenserie). Im Colle Arpiola, etwa 5 km nordwestlich davon, befinden sich die letzten schmalen Schubfetzen von Buntschieferserie im Flysch noir s.str. Im S des Colle Maddalena herrschen die gleichen Verhältnisse, d.h. dort setzt der Oberkreideflysch mit einem sich teilenden Band von Buntschieferserie und darüber sich anschließenden Helminthoidenflysch (Saccarello-Serie und Bordigherasandstein) plötzlich ein und verbreitert sich stark nach NW. Sowohl am Colle Maddalena wie auch östlich des Colle di Tenda wird der Oberkreideflysch von der Außenzone des Briançonnais nach SW überschoben.

Die Oberkreideflyschbecken des Embrunais-Ubaye und Westliguriens haben nach M. RICHTER (1961) wegen der Gleichartigkeit ihrer Fazies und Stellung sicher zusammengehungen. Die Verbindung ist jedoch in dem schmalen Flyschstrang durch die vermutliche Annäherung von Mercantour-

massiv und Zone des Briançonnais und der damit verbundenen Einengung auf etwa ein Viertel der ursprünglichen Breite aus tektonischen Gründen unterbrochen. Für das Eozän ist die Verbindung der Sedimentationströge infolge der durchgehenden Aufschlüsse der Basisserie bzw. Grès d'Annot klar zu sehen.

Der Oberkreideflysch wäre im Arbeitsgebiet im Hangenden des Subbriançonnaisflysch (Flysch noir s.str.) bzw. im Liegenden der auf letzteren aufgeschobenen Außenzone des Briançonnais, die dort durch Oberkreidekalkmergel (marbres en plaquettes) vertreten ist, zu suchen. Er tritt aber nirgends mehr auf. Mehrere Möglichkeiten des Nichtvorhandenseins bieten sich für das Untersuchungsgebiet an. Zunächst kann er nicht abgelagert oder abgetragen worden sein, was den schon erläuterten Gründen nach abzulehnen ist. Dann besteht die Möglichkeit, daß der Oberkreideflysch als Decke überschoben wurde und danach ebenfalls abgetragen worden ist, was auch unwahrscheinlich ist. Schließlich kommt die meiner Meinung nach gültige Möglichkeit in Frage, daß der Oberkreideflysch sedimentiert wurde, aber von der Briançonnaiszone überschoben worden ist und dadurch keine Aufschlüsse mehr zeigt.

IV. Die parautochthone Einheit der Zone des Briançonnais

Auf dem Flysch noir s.str. des Nordostrandes der Einheit des Colle di Tenda s.l. (Subbriançonnaiszone) liegt mit Überschiebungskontakten die Einheit der Zone des Briançonnais, die am tektonischen Kontakt durch Oberkreidekalkmergel vertreten ist. Auf diesen Oberkreidekalkmergeln (marbres en plaquettes) folgt zwischen Valle Grande di Vernante und Valle Bralungia die Albengaserie, die den eozänen Flysch der Briançonnaiszone darstellt.

Inmitten der kalkig-sandigen Albengaserie liegt zwischen Tetti Sofranin im Valle Secco und der Costa Croce Coltura eine mehrfach zerbrochene Schuppe von Fossilschuttkalken (mit Diploporen) und Rauchwacken der Mittel-Obertrias.

Eine sehr schmale Schuppe von triassischen Rauchwacken liegt ebenfalls innerhalb der Albengaserie bei Tetti Ciastel im Valle Grande.

Die Albengaserie ist überall stark tektonisch durchbewegt, zeigt starke Schieferung s_1 mit Serizitbildung auf den Schieferungsflächen und ist stellenweise im Dezimeterbereich spezialgefaltet. Als Folge der Durchbewegung ist eine Umwandlung der Kalke der Albengaserie in Kalkphyllite zu beobachten. Der Kontakt zu den Oberkreidekalkmergeln war vermutlich ursprünglich normal, ist aber tektonisch überprägt worden.

Die Oberkreidekalkmergel der Briançonnaiszone zeichnen sich durch starke Schieferung, Knickfältelung im Dezimeterbereich, häufig auftretende Stengelung und damit verbundenem griffeligen Zerfall sowie durch die Ausbildung einer kräftigen Lineation in B_2 aus.

Diese Lineation der Oberkreidekalkmergel fällt innerhalb des Arbeitsgebietes gleichbleibend mit $15 - 25^\circ$ nach SE ein, d.h. die B_2 -Achsen tauchen in dieser Richtung ab, und die Oberkreidekalkmergel verschwinden nach SE am E-Hang des Valle Grande bei Tetto Case unter der Albengaserie. Die B_2 -Achsen fallen also sicherlich gleich ein wie die B-Achsen. In der umgekehrten Richtung, d.h. nach NW, steigen die B_2 -Achsen an, und die Albengaserie im Hangenden der Oberkreidekalkmergel endet am SE-Hang des Valle Bralungia bei Tetto Tolet und findet sich erst wieder in nordwestlicher Richtung auf der gegenüberliegenden Talseite am Südhang der Serra Sariundo in einem kleinen Aufschluß, wo sie zum letztenmal im Arbeitsgebiet auftritt.

Im NE werden die Oberkreidekalkmergel zwischen Valle Secco und Valle Bralungia von triassischen Serien und zwischen dem Bralungiatal und dem Valle Gesso von den Oberjurakalken (in Guillestrefazies) der Briançonnaiszone überschoben. Unterhalb des tektonischen Kontaktes der Oberjurakalke zu den Oberkreidekalkmergeln konnte am Nordwesthang des Bralungiatals SW-vergente Spezialfältelung im Dezimeterbereich der Oberkreidekalkmergel beobachtet werden.

Zwischen dem Valle Grande und dem Valle Secco überschieben die triassischen Serien der Briançonnaiszone die Albengaserie, d.h. die Oberkreidekalkmergel fehlen hier, da sie schon oberhalb Tetti Romesin am Nordwesthang des Valle Secco unter den überschobenen Triasdolomiten tektonisch auskeilen.

Nördlich Tetti Lombardo und Tetti Chiotti, an der NE-Flanke des Roaschiatales, werden die Oberkreidekalkmergel und die darauf aufgeschobenen Oberjurakalke, wie schon im Abschnitt II beschrieben, durch zwei ausgedehnte diagonale Seitenverschiebungen versetzt.

Es sei noch einmal betont, daß sämtliche Schichten und Schuppen des Arbeitsgebietes mit Ausnahme der NE-vergenten Mulde im Hangenden der Mte. Bussaia - R^{ca}. Vanciarampi-Schuppe und der nach NE gerichteten Bewegungsrichtung, die zur Entstehung der Tauchfalte des Mte. Corno führte, eine eindeutige SW-Vergenz zeigen, d.h. sie streichen durchschnittlich 140° und fallen mit etwa 45° nach NE ein. Aus der klaren SW-Vergenz des Gebietes läßt sich, wenn sich überhaupt aus Vergenzen Rückschlüsse auf Bewegungsrichtungen ableiten lassen, auf einen intensiven Schub von NE auf SE schließen.

Die vier wesentlichen tektonischen Elemente des Gebietes, die Schuppen des Mte. Bussaia - R^{ca}. Vanciarampi und des Mte. Sapè - Mte. Casternand, die Zone der Oberkreidekalkmergel und der Albengaserie sowie der SW-Rand der triassisch-jurassischen Gesteine der Zone des Briançonnais, liegen "dachziegelartig" übereinander. Übereinstimmend mit den Ergebnissen von D. RAATZ, der das Flyschgebiet nördlich des Colle di Tenda bearbeitete, ist für den bearbeiteten Teil des Flyschstranges zwischen Colle di Tenda und Colle Maddalena eine ehemalige Breite von mindestens 25 - 30 km anzunehmen. Der Flyschstrang dort hat heute eine Breite von etwa 7 - 8 km, dazu kommen die Verschuppung der Basisserie von 2 km, die Überschiebung der Zone des Sub-briançonnais (Einheit des Colle di Tenda s.l.) auf die Basisserie von 6 - 8 km, die Überschiebung der Oberkreide-

kalkmergel bzw. der Albengaserie auf den Subbriançonnaisflysch (Flysch noir s.str.) von etwa 3 km (was sich durch die Klippen von Punta Buffe bei Limone-Piemonte ergibt) und die Überschiebung der Trias bzw. des Oberjura der Briançonnaiszone auf die Oberkreidekalkmergel und die Albengaserie bzw., wo diese fehlt, auf den Subbriançonnaisflysch von vermutlich 3 - 4 km. Insgesamt ergeben sich schon so etwa 25 km Breite des Flyschstranges. Dazu kommt noch die Verschuppung einiger Serien in sich und die SW-vergente Verfaltung, so daß eine Einengung auf etwa ein Viertel der ursprünglichen Breite vorliegt. Für die Ausbildung der SW-Vergenz des Gebietes kommt die Pyrenäische Faltung in Betracht, da das Obereozän noch mit verschuppt und verfaltet ist.

E. Quartäre Bildungen und morphologische Übersicht

I. Quartäre Bildungen

Infolge der heute noch anhaltenden Hebung der Alpen ist es im Arbeitsgebiet zu keinen großflächigen und mächtigen quartären Ablagerungen gekommen. Diese stellen sich erst mit Beginn der Poebene ein. Die quartären Bildungen des Gebietes bestehen aus Moränen, Verwitterungsschutt, Gehängebrekzien, Schuttfächern, Flußschottern und Bergstürzen.

Moränen befinden sich im untersuchten Gelände lediglich ganz in der Nähe des Mercantourmassivkristallins, so im SW in der Umgebung von Pallanfrè und im NW am Südosthang des Mte. La Bastia (1.037 m) bei Valdieri. Es handelt sich dabei hauptsächlich um Ablagerungen der Würmeiszeit, die in erster Linie aus Kristallingeröllen des Mercantourmassivs bestehen.

Die größte Ansammlung von detritischem Material des Quartärs und von Moränen liegt zwischen Pallanfrè und Mte. Pianard. Dies hängt vermutlich mit der Schuppenbahn der Mte. Bussaia - Mte. Vanciarampi-Schuppe zusammen, die mit-

ten durch dieses Gebiet verläuft. Die intensive tektonische Durchbewegung der Gesteine ermöglichte hier tiefgründige Verwitterung. Es tritt dort am Südhang der Jurakalkkette von R^{ca}. d'Orel - Mte. La Croce neben Verwitterungsschutt und Schuttfächern auch verfestigter Gehängeschutt in Form von Gehängebrekzien auf, die vermutlich aus dem letzten Interglazial oder aus dem Postglazial stammen. Gleiche Vorkommen dieser Art finden sich am Weg des Valle Grande, östlich der R^{ca}. Cornale und im Roaschialtal zwischen Tetti del Bandito und Tetti S. Bernardo und direkt bei dem letztgenannten Ort. Zwischen dem Valle Grande und dem Val Garbella liegt ebenfalls die größte Moräne des Gebietes, die sich heutzutage randlich mit Verwitterungsschutt verzahnt und einen Raum von etwa 1 qkm einnimmt. Sie ist stark erosiv überprägt, so daß sich keine Moränenwälle kartieren ließen. Lediglich der schmale Höhenrücken, auf dem die Ortschaft Pallanfrè liegt, ist vermutlich auf einen Moränenwall zurückzuführen.

Am Südosthang des Mte. La Bastia bei Valdieri liegen auf beiden Talflanken der Comba dell'Infernetto und an der Überschiebungsbahn der Mte. Bussaia - R^{ca}. Vanciarampi-Schuppe bei Ciabot Moretto zwei kleine Moränen, deren Gneisgerölle durch z.T. rostbraune Verfärbung, die auf Eisenoxydbildung zurückgeht, auffallen. Zwischen Tetto Muriat und Tetto Folchi liegt mitten im Flußbett des Rio Val Grande ein hausgroßer Kristallinblock, der sicherlich durch Eistransport an diese Stelle kam. Auch finden sich dort sehr große, z.T. ausgekolkte Nummulitenkalkblöcke, die allerdings aus dem nahen Anstehenden stammen. Kleinere Kristallingerölle sind im Bachbett des Rio Val Grande überall zu beobachten.

Unterhalb der Steilwände und -hänge, die von den Mittel-Oberjurakalken gebildet werden, liegen überall die für die Verwitterung dieser spröden Kalke charakteristischen Schuttfächer. Flußterrassen konnten außer im Valle Gesso bei Brignola, wo sie im letzten Jahr durch Baggararbeiten für den Bau eines Elektrizitätswerkes zerstört wurden, im übrigen Kartierungsgelände nicht beobachtet werden, da sich

die Flüsse anscheinend gleichmäßig eingeschnitten haben. Im Tal zwischen La Maddalena und der Costa del Sapè liegt am Osthang der Gianot ein Bergsturz von Nummulitenkalken. Dort stimmt das Einfallen der dicken Nummulitenkalkbänke etwa mit dem Hanggefälle überein, und die Bergsturmassen sind offensichtlich auf einer Schichtfläche abgeschert. Die Flyschhänge der Mergel-Sandstein-Serie und des "Flysch noir s.str." zeichnen sich durch eine Reihe von Bergschlipfen aus, die hauptsächlich nach stärkeren Regenfällen auftreten.

II. Morphologische Übersicht

Die morphologische Gestalt des Gebietes richtet sich in hohem Maße nach dem geologischen Untergrund, d.h. der Schuppenbau gibt der Landschaft ihr charakteristisches Gepräge.

Die Schuppen, die in der Hauptsache aus massiven, marmorierten Mittel-Oberjurakalken bestehen, treten als Hartlinge hervor und haben durch ihre zerklüfteten, schroffen und unbewachsenen Felsen durchaus hochalpinen Charakter, ganz im Gegensatz zu den abgerundeten Bergformen des weichen Flysch. Die Pässe und Joche auf der Wasserscheide zwischen Torrente Gesso und Rio Val Grande liegen ebenfalls innerhalb der Flyschzonen.

Die höchsten Erhebungen des Arbeitsgebietes werden von den Oberjurakalken sowohl in der Mercantourmassivbedeckung als auch in der Subbriançonnais-Schuppenzone gebildet. Der höchste Gipfel ist mit 2451 m der Mte. Bussaia. Der maximale Höhenunterschied beträgt für das Untersuchungsgelände etwa 1750 m, da das Gessotal bei Brignola auf 700 m Höhe liegt.

Das morphologische Relief des Gebietes ist sehr unterschiedlich. Große Einebnungsflächen konnten nicht festgestellt werden. Starke Tiefenerosion ist im Gebiet vorherrschend. Die Täler zeigen meist im Querschnitt typische V-Formen. An einigen Stellen sind sogar Kerbtalformen

vorhanden, so hauptsächlich am NE-Hang des Torrente Bousset, der in den Gesso d'Entracque mündet. Dort haben sich die rechten Nebenflüsse des Torrente Bousset in die mehrfach übereinanderliegenden Steilstufen der geschiefert Kreidekalke cañonartig eingeschnitten. Besonders gut ist dies bei den Gorgie della Reina, östlich Entracque, zu beobachten. Auch die Comba dell'Infernetto stellt ein tief in die geschiefert Kreidekalke eingeschnittenes Tal dar, das südlich Valdieri in den Gesso mündet.

Kerbtalformen befinden sich ebenfalls im Valle Grande, nordwestlich Tetto Verna und zwischen Tetto Baro sowie im Vallone Pioccia und im oberen Vallone Ciapusa. Dabei handelt es sich jedesmal um die harten Marmorkalke des Oberjura, in denen die Steilhänge erhalten bleiben.

Charakteristisch für die Verwitterung der stark zerklüfteten Jurakalke sind die unterhalb der Steilwände und -hänge sich bildenden zahlreichen Schuttfächer, die meist an Steinschlaggrinnen beginnen.

In der Umgebung des Mte. Bussaia (2451 m) sind mehrere Erosionstrichter innerhalb der mächtigen Jurakalke zu beobachten, unter deren Steilwänden z.T. rundherum Verwitterungsschuttkegel liegen. Nördlich des Bric dell'Omo (2126 m) sind am Rande eines solchen Erosionstrichters bizarre Verwitterungsformen der Jurakalke wie z.B. spitze Pfeiler zu finden.

Der Nummulitenkalk der Basisserie ist im Süden des Arbeitsgebietes, wo er besonders mächtig wird und rein kalkig ausgebildet ist, überall stark verkarstet. Besonders deutlich ist dies zu Beginn des Vallone degli Alberghi zu sehen. Dort befinden sich zahlreiche Karstlöcher und mehrere Meter tiefe Höhlen in den dickgebankten Nummulitenkalcken.

Auf den geneigten, kahlen Gesteinsoberflächen sind tiefe Schratten und Rillenkarren zu beobachten. Auch fließt dort der Rio degli Alberghi zwischen den Höhen 1685 m und 1457 m meist unterirdisch.

Zahlreiche Quellen befinden sich in der Mergel-Sandstein-Serie (Basisserie) und in der Schiefer-Sandstein-Serie

(Flysch noir s.str.). Auch an den meist tektonischen Kontakten der zerklüfteten Jurakalke zu den undurchlässigen Flyschschiefern und -mergeln und den z.T. tonigen, gebankten Kreidekalken wird das Grundwasser häufig gestaut und tritt an den Hängen zu Tage. Eine besonders starke Schüttung zeigt die Fontana Dragonera bei Roaschia.

F. Zusammenfassung der Ergebnisse

Abb. 7 zeigt eine schematische, stratigraphisch-tektonische Gegenüberstellung der Flyschzonen Westliguriens zu denen des schmalen Flyschstranges zwischen Colle di Tenda im Südosten und Colle Maddalena im Nordwesten.

Nach M. RICHTER (1959/60/61) gliedert sich der Flysch in Westligurien im wesentlichen in drei Zonen: Von Westen nach Nordosten findet sich zunächst die eozäne Basisserie (1.), die zur autochthon-parautochthonen Sedimentbedeckung des Mercantourmassivs gehört und mit Nummulitenkalken beginnt, die transgressiv auf Oberkreide liegen und in die Mergel-Sandstein-Serie (Grès d'Annot) übergehen, in deren Hangenden z.T. Schuppen und Gleitbretter von Gesteinen der Subbriançonnaiszone stecken. Die Mergel-Sandstein-Serie wird von der Oberkreideflyschzone (2.) nach Westen überschoben. Die Basis des Oberkreideflysch bildet die Buntschieferserie, darauf folgt der Bordighera-sandstein, die Saccarelloserie (Helminthoidenserie), die Alassioserie und die Imperiaserie. Nach Nordosten bildet die Oberkreidezone ebenfalls einen Überschiebungskontakt, d.h. sie ist auf die eozäne Albengaserie (3.) überschoben.

Die Albengaserie stellt das jüngste Schichtglied der Zone des Briançonnais dar.

In dem von D. RAATZ bearbeiteten Nachbargebiet, das nördlich des Colle di Tenda liegt, ist die autochthon-parautochthone Basisserie vorhanden. Auf diese ist die Subbriançonnaiszone in Form der parautochthonen Schuppenzone der Einheit des Colle di Tenda s.l. überschoben wor-

den, welche sich ganz im Nordwesten des von M. RICHTER bearbeiteten Gebietes über der Basisserie einstellt. Im Hangenden der Einheit des Colle di Tenda s.l. liegt der Flysch noir s.str. (Subbriançonnaisflysch). Dieser wird von der Albengaserie überschoben, die ihrerseits von den mesozoischen Serien der Briançonnaiszone tektonisch überlagert wird. Der Oberkreideflysch liegt nördlich des Colle di Tenda, wo er nur durch Buntschieferserie und Bordigherasandstein vertreten ist, zwischen Subbriançonnais- und Briançonnaiszone und keilt tektonisch im Hangenden des Flysch noir s.str. aus. Letzte Reste des Oberkreideflysch liegen südwestlich von Limone-Piemonte in Form von Schubfetzen der Buntschieferserie innerhalb des Flysch noir s.str. am Colle Arpiola, wo sie D. RAATZ untersuchte.

Die Basisserie liegt im Süden des eigenen Arbeitsgebietes mit Nummulitenkalken, die ihr Liegendes darstellen, transgressiv auf Oberjurakalken und im Nordwesten auf geschieferten Kreidekalken der Mercantourmassivbedeckung. Bei Entracque bilden die geschieferten Kreidekalke die große Tauchfalte des Mte. Corno (S. FRANCHI 1927), deren überkippte Muldenachse mit $10 - 15^{\circ}$ nach ESE abtaucht.

Die Mergel-Sandstein-Serie zeigt Verfaltung im 50 - 100 m Bereich und ist infolge der auf sie überschobenen Einheit des Colle di Tenda s.l. (Subbriançonnais-Schuppenzone) nicht in ihrer vollen Mächtigkeit aufgeschlossen.

Die Überschiebungsweite der Einheit des Colle di Tenda s.l. auf die Basisserie beträgt 6 - 8 km (FAURE-MURET, FALLOT, 1956).

Innerhalb der Mittel-Oberjurakalke, aus denen die parautochthone Einheit des Colle di Tenda s.l. hauptsächlich besteht, konnten mehrere Verschuppungszonen festgestellt werden, in denen triassische und z.T. auch liassische Serien auftreten. Im Hangenden der Mittel-Oberjurakalke folgt normal transgressiv Unter- bis Oberkreide, über der sich der Subbriançonnaisflysch einschaltet. (Tendapaß-Serie oder Flysch noir s.str.). Er beginnt mit einem Transgressionskonglomerat, das in der Hauptsache aus permischen

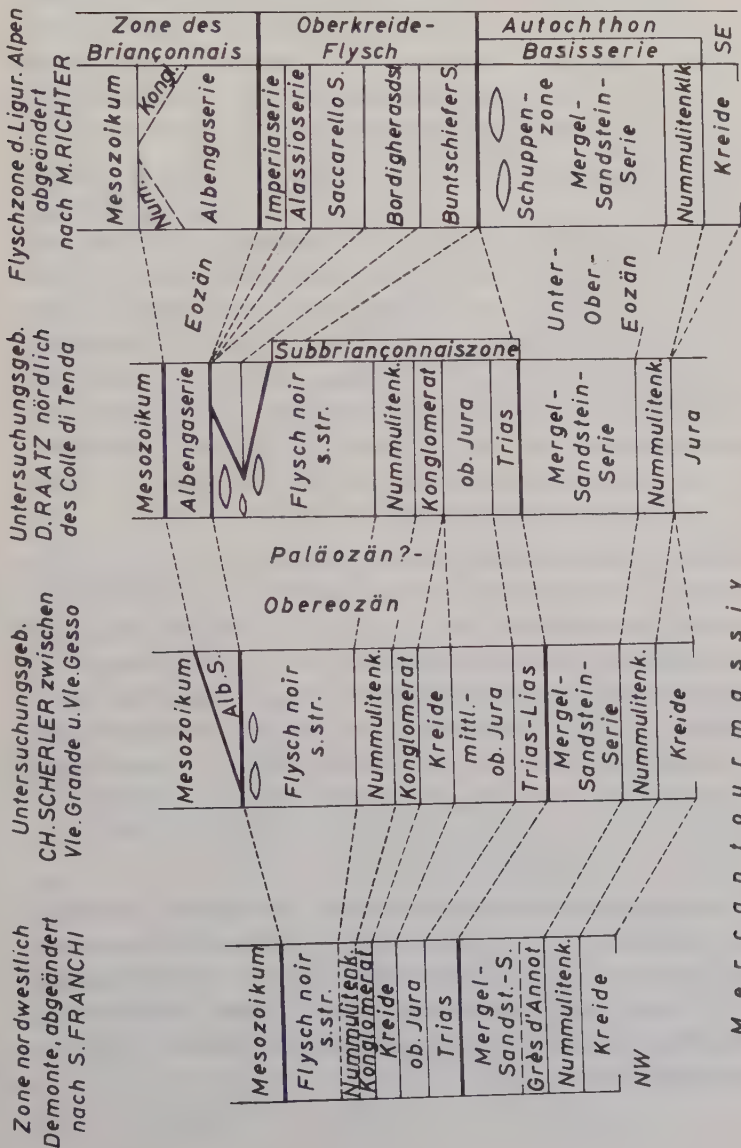


Abb. 7

Quarzporphyrgeröllen besteht. Sein Alter ist Ypern bis vermutlich Priabon.

Innerhalb der Einheit des Colle di Tenda s.l. erstreckt sich eine zweiseitig vergente Doppelmulde von Kreide- und Eozänserien. Der überkippte Muldenflügel der SW-vergenten Mulde wird von der Schuppe des Mte. Sapè - Mte. Casternand gebildet. Sie zeichnet sich durch eine Anzahl von diagonalen Seitenverschiebungen aus, deren Bewegungsrichtung nach S bzw. SW gerichtet ist.

In ihrem Hangenden folgt mit tektonischem Kontakt nochmals Flysch noir s.str., in dem kleine Schuppen von Jura- und Nummulitenkalken stecken. Der Subbriançonnaisflysch (Flysch noir s.str.) entspricht dem Flysch des Komplexes II und dem der Basis des Komplexes III von R. MALARODA (1957). - Auf dem Flysch noir s.str. müßte stellungsmäßig der Oberkreideflysch folgen. Dieser fehlt jedoch im Arbeitsgebiet. Es schließt sich dafür die parautochthone Briançonnaiszone an, die in Form von Oberkreidekalkmergeln, in deren Hangenden z.T. eozäne Albengaserie folgt, auf den Subbriançonnaisflysch aufgeschoben ist.

Die Oberkreidekalkmergel zeigen umkristallisierte Globotruncanen. Sie entsprechen den "marbres en plaquettes" der französischen Geologen und z.T. dem "Eozän-Kreide-Flysch" des Komplexes III von R. MALARODA. Die B_2 -Achsen der Oberkreidekalkmergel tauchen mit $20 - 25^\circ$ nach SE ab, und diese Serie verschwindet nach SE. die sandig-kalkige Albengaserie zeichnet sich durch mächtige Einschaltungen von Sandsteinen aus. In ihr steckt eine Diploporenkalkschuppe der Mittel-Obertrias. Die Albengaserie keilt innerhalb des Arbeitsgebietes aus.

Stellungsmäßig wird die verschuppte Eozänserie von Tetto Bodin (Komplex III von R. MALARODA) mit der Albengaserie verglichen. Auf die Albengaserie und die Oberkreidekalkmergel folgen schließlich mit tektonischem Kontakt im Nordosten des Gebietes triassisch-jurassische Serien der Briançonnaiszone.

In dem Gebiet nordwestlich des Sturatales bei Demonte tritt die Basisserie und der Subbriançonnaisflysch (Flysch noir s.str.) ebenfalls auf. Die Albengaserie fehlt jedoch.

An Hand der Überschiebungsweiten der einzelnen dachziegelartig übereinanderliegenden Schuppen ergibt sich, daß die bearbeitete Zone auf wenigstens ein Viertel ihrer ursprünglichen Breite eingeengt worden ist. Der Schub erfolgte von Nordosten nach Südwesten. Lediglich die nach Nordosten gerichtete Bewegungsrichtung, die zur Bildung der Tauchfalte des Mte. Corno führte, weicht davon ab.

Mit Ausnahme der NE-vergenten Mulde der Einheit des Colle di Tenda s.l. herrscht im Arbeitsgebiet überall SW-Vergenz vor, und fast sämtliche Schichten und Schuppen streichen durchschnittlich mit 140° und fallen etwa mit 45° nach Nordosten ein. Für die Ausbildung der SW-Vergenz kommt die Pyrenäische Faltung in Betracht, da das Obereozän noch mit verschuppt und verfaltet ist.

G. Riassunto

Le nostre ricerche stratigrafiche e tettoniche ci permettono di confrontare i terreni flyschoidi della Liguria occidentale con quelli della zona fortemente compressa situata tra il Colle di Tenda a SE ed il Colle Maddalena a NW (Fig. 7, schematizzata).

Secondo M. RICHTER (1959/1960/1961) il Flysch della Liguria occidentale si divide essenzialmente in tre zone: Da W a NE troviamo prima la Basis-Serie del Eocene (1.), la quale fa parte della copertura sedimentaria autoctona-parautoctona del massiccio dell'Argentera-Mercantour. Questa serie comincia con calcari nummulitici, che sono trasgressivi sul Cretaceo superiore e fanno passaggio alla Mergel-Sandstein-Serie (marne e arenarie del tipo "Grès d'Annot"). Nel tetto di questa serie si trovano, in certi punti, scaglie tettoniche a facies subbrianzone.

La Mergel-Sandstein-Serie è sovrascorsa da E dal Flysch del Cretaceo superiore (2.). La base di questo Flysch (Flysch ad Elmintoidi) è formata dalla Buntschieferserie ("scisti policromi"); segue il Bordigherasandstein, la Saccarelloserie, la Alassioserie e la Imperiaserie. Anche verso NE, la zona del Cretaceo superiore forma un contatto tettonico, cioè questa serie si sovrappone alla Albengaserie eocenica (3.), trasgressiva sulle serie paleozoico-mesozoiche del Brianzone.

Nell'area studiata da D. RAATZ a N del Colle di Tenda, si ritrova la Basisserie autoctona-parautoctona. Questa è sovrascorsa dal Subbrianzone, cioè dalla zona di scaglie tettoniche della unità del Colle di Tenda s.l.

La parte superiore di questa unità consiste del Flysch noir s.str. (Flysch del Subbrianzone). Ci si accavalla la serie di Albenga, la quale a sua volta si trova tettonicamente al di sotto delle serie mesozoiche del Brianzone. Il Flysch del Cretaceo superiore si prosegue anche a N del Colle di Tenda, ma è rappresentato solo dalla Buntschieferserie e dal Bordigherasandstein. Questo complesso si perde tettonicamente in piccole scaglie nella parte superiore del Flysch noir s.str. (Colle Arpiola).

A S della zona studiata i calcari nummulitici della Basisserie si posano trasgressivamente sui calcari del Giurese superiore, a NW invece, sui calcari scistosi del Cretaceo. Presso Entracque questi calcari scistosi formano la grande piega rovesciata del Mte. Corno (S. FRANCHI 1927). L'asse di questa struttura s'immerge con $10-15^{\circ}$ verso ESE.

La Mergel-Sandstein-Serie mostra un piegamento nelle dimensioni da 50-100 m.

Il sovrascorrimento della unità del Colle di Tenda s.l. sulla Basisserie ha un'estensione di 6-8 km (A. FAURE-MURET, P. FALLOT, 1956). Nei calcari del Giurese medio-superiore della unità venivano notate diverse zone a scaglie composte di serie triassiche e liassiche. Sopra questi calcari segue il Cretaceo trasgressivo. Con una nuova trasgressione ha inizio il Flysch del Subbrianzone

(Tendapass-Serie o Flysch noir s.str.) con un conglomerato di base, consistente essenzialmente di componenti di porfidi quarziferi. La sedimentazione di quel conglomerato cominciava già nel Ypresiano.

Nella unità del Colle di Tenda s.l. esiste una sinclinale doppia con vergenze verso SW e NE. La scaglia del Mte. Sapè - Mte. Casternand forma il fianco rovesciato della sinclinale vergente verso SW. Questa scaglia è interessata da faglie a rigetto orizzontale ("diagonale Seitenverschiebungen").

Sopra questa unità segue ancora una volta con contatti tettonici il Flysch noir s.str. con piccole scaglie di calcari del Giurese e del Nummulitico. Questo Flysch del Subbrianzone se corrisponde al Flysch del Complesso II, però anche a quello alla base del Complesso III di R. MALARODA (1957). Sopra il Flysch noir s.str. dovrebbe trovarsi l'unità del Flysch cretaceo come dappertutto nel prolungamento della nostra zona. Tuttavia questo Flysch manca qui completamente. Segue invece con contatto tettonico la zona parautoctona del Brianzone se, rappresentata dai calcari marnosi del Cretaceo superiore. In qualche località questi ultimi sono sormontati dal Flysch della Albengaserie.

I calcari marnosi contengono Globotruncane mal conservate e corrispondono alle "marbres en plaquettes" dei geologi francesi ed in parte anche al Flysch del Complesso III di R. MALARODA (1957).

Gli assi B_2 dei calcari marnosi del Cretaceo superiore s'inclinano con $20-25^0$ verso SE, dove la serie finisce. L'Albengaserie è caratterizzata da intercalazioni potenti di arenarie feldispatiche, e contiene anche una scaglia di calcari a Diplopore (Trias medio). Verso NW l'Albengaserie scompare definitivamente ancora nella nostra area.

Viene paragonata la posizione della serie eocenica a scaglie di Tetto Bodin (Complesso III di MALARODA) con quella della serie di Albenga.

I terreni triassico - giurassici del Brianzone sono sovrapposti con contatti tettonici sull'Albengaserie ed i calcari marnosi del Cretaceo superiore.

Nella regione a NW della Valle Stura presso Demonte si trovano pure la Basisserie ed il Flysch del Subbrianzone mentre la Albengaserie manca.

Le distanze del sovrascorrimento delle singole scaglie imbricate indicano, che la zona trattata ha sofferto un restringimento almeno ad un quarto della larghezza originale. La spinta tettonica è diretta da NE verso SW.

Soltanto la vergenza verso NE della piega rovesciata del Mte. Corno non corrisponde a questo andamento.

La direzione di tutte le strutture tettoniche, degli strati e delle scaglie è quasi sempre 140° con una pendenza verso NE di 45° . I movimenti tettonici hanno avuto luogo durante la fase pireneica, dato che anche l'Eocene superiore è piegato e disposto a scaglie.

Literaturverzeichnis

1. AGIP MINERARIA: "Microfazies Italiane". S. Donato Milanese 1959
2. ARGAND, E.: "Sur l'arc des Alpes Occidentales". Ecl. Geol. Helv., Vol. 14, Nr. 1 1916.
3. ASCHERI, A.: "Geologia della media Valle Gesso nella zona tra Valdieri, Entracque e Roaschia. (Alpi Marittime)". Como, S.A.G.S.A. 1955.
4. BALDACCI, L. und FRANCHI, S.: "Studio geologico della galleria del Colle di Tenda (Linea Cuneo - Ventimiglia)". Boll. R. Comit. Geol. Ital. 1900.
5. BONI, A.: "Messa a puncto e considerazioni sul confronto stratigrafico tra i Flysch della Liguria occidentale e dell' Appennino settentrionale". Boll. Soc. Geol. Ital., vol XXX. Fasc. 4, 1961.
6. BOUSSAC, J.: "Le nummulitique de la zone du Flysch à l'est et sud-est du Mercantour". Compt. Rend. Ac. Sc. 1910.
7. CONTI, S.: "Sulle besimauditi delle Alpi Liguri". Rend. Accad. Naz. dei Lincei, ser. VIII, vol. V, fasc. 3-4, 1948.
8. CONTI, S. und ROVERETO, G.: "Geologia del gruppo di Monte Besimauda". Lincei Mem. Sc. Fisiche, ser. VIII, Vol. III, sez. II, 3, 1951.
9. DEBELMAS, J.: "Les zones Subbriançonnaises et Briançonnaises occidentale entre Vallouise et Guillestre. (Hautes Alpes). Mem. expl. de la carte géol. de la France. Paris 1955.
10. DEBELMAS, J. und GIDON, M.: "Les Coupes du Guil. et de l'Ubaye au travers de la Zone Briançonnaise (Hautes-et Basses Alpes)". Essai de Corrélation tectonique. Bull. Soc. Géol. France, ser. (6), 8, 1958.
11. ELTER, P., HACCARD, D., LANTEAUME, M., RAGGI, G.: "Osservazioni sui rapporti tra Flysch ad Elmintoidi et Arenaria superiore nell' Appennino Ligure e nelle Alpi marittime". Boll.Soc.Geol.Ital.,vol.XXX,Fasc. 3,1961.

12. FALLOT, P. und LANTEAUME, M.: "Le col de Tende et le bassin du Rio Freddo. Bull. Carte Géol. France, 53, 1955.
13. FALLOT, P. und LANTEAUME, M.: "Sur la géologie du Col de Tende et ses abords".
Compt. Rend. Ac. Sc. Séance du 30. Jan. 1956.
14. FALLOT, P. und LANTEAUME, M.: Feuilles de Boréon (7-8) et Viève (5-6). Au 50 000^e. Bull. Carte Geol. France, Nr. 250, fasc. B., Tome LIV, 1956.
15. FALLOT, P. und LANTEAUME, M.: "Sur les dislocations de la zone du Flysch au Nord et à l'Est de Tende".
Compt. Rend. Ac. Sc., 1956.
16. FALLOT, P. und LANTEAUME, M.: "Observations géologiques sur le chaînon du Monte del Chiamossero (Italie)".
Compt. Rend. Ac. Sc., 1956.
17. FALLOT, P.: "Géologie méditerranéenne". Extr. l'Ann. Coll. France, 1956.
18. FALLOT, P.: "Géologie méditerranéenne". Ext. l'Ann. Coll. France, 1957.
19. FAURE-MURET, A. und SUTER, G.: "Sur la tectonique du revers italien de l'Argentera-Mercantour". Compt. Rend. Ac. Sc., 228, 1949.
20. FAURE-MURET, A. und FALLOT, P.: "La formation à Microcodium au pourtour de l'Argentera-Mercantour".
Bull. Soc. géol. de France, Ser. 6, Nr. 4, 1954.
21. FAURE-MURET, A.: "Etudes géologiques sur le Massiv de l'Argentera-Mercantour et ses enveloppes sédimentaires". Mém. Carte Géol. France, 1955.
22. FAURE-MURET, A. et FALLOT, P.: Feuilles Le Boréon, Viève, Saint Martin - Vésubie et Tende au 50 000^e. Liaisons tectoniques et stratigraphiques. Bull. Serv. Carte Géol. France, 1956.
23. FAURE-MURET, A., FALLOT, P. und LANTEAUME, M.:
"Sur les conglomérats lutétiens de la région de Tende et de la Brigue (Haute Roya)". Compt. Rend. Ac. Sc., 1957.
24. FAURE-MURET, A., KUENEN, P.H., LANTEAUME, M. und FALLOT, P.: "Sur les Flyschs des Alpes maritimes françaises et italiennes". Séance du 8 Avril 1957.

25. FRANCESCHETTI, B.: "Osservazioni sulla tettonica della regione del Monte Oserot. (Alpi Marittime)". Rend. Ac. Naz. d. Linc., serie VIII, vol. XXVI, fasc. 4. Aprile 1959.
26. FRANCESCHETTI, B.: "Nuove osservazioni sulla geologia della regione montuosa posta a nord della Stura di Demonte fra Pietraporzio e Bersezio. (Alpi Marittime)". Rend. Ac. Naz. d. Linc. Serie VIII, vol. XXIX, fasc. 1-2. Luglio - Agosto 1960.
27. FRANCESCHETTI, B.: "Osservazioni e considerazioni sulle intercalazioni di brecce calcareo-dolomitiche della formazione dei calcescisti nelle Alpi Cozie meridionali (Val Grana e Bassa Valle Stura di Demonte)". Boll. Soc. Geol. Ital., vol. XXX, Fasc. 4, 1961.
28. FRANCHI, S.: "Contribuzione allo studio del Titonico e del Cretaceo nelle Alpi Marittime italiane". Boll. R. Com. Geol. Ital., vol. XXV, Nr. 1-4, 1894
29. FRANCHI, S.: "Sulla tettonica della zona del Piemonte". Boll. R. Com. Geol. Ital., vol. XXXVII, Nr. 2, 1906.
30. FRANCHI, S.: "La zona delle pietre verdi fra l'Ellero e la Bormida e la sua continuità fra il Gruppo di Voltri e le Alpi Cozie". Boll. R. Comit. Geol. Ital., vol. XXXVII, 1906.
31. FRANCHI, S.: "Passaggi gradualì a forme cristalline, calcescistose e marmoree del Nummulitico et del Cretaceo fossiliferi, nelle Valli del Gesso e della Stura di Cuneo". Rend. R. Ac. Naz. Lincei, ser. 6,3, 1926.
32. FRANCHI, S.: "Enegmi tettonici nei monti di Valdieri e lungo le Valli del Gesso, della Stura e della Vermenagna". Rend. R. Ac. Naz. Lincei, ser. 6,6 1927.
33. FRANCHI, S.: "La inesistenza delle grandi falde dette 'nappe du Mont Rose' e 'nappe du Gr. St. Bernard' nelle Alpi Occidentali". Rend. R. Ac. Naz. Lincei, vol. IX, 1929.

34. FRANCHI, S.: "Un primo lavoro riconoscente l'età eocenica du 'Grès d'Annot' dopo la esauriente confutazione della loro età oligocenica da me data nel 1916". Boll. Soc. Geol. Ital., vol. XL VIII, 1929.
35. GUBLER-WAHL, Y.: "La nappe de l'Ubaye au sud de la vallée de Barcelonnette". Thèse, Paris, Jouve 1928.
36. GUBLER, Y., FLADRIN, I. und SIGAL, O.: "Sur l'âge du Grès d'Annot dans sa localité type. (Basses-Alpes)". Compt. Rend. Ac. Sc. 1952.
37. GUBLER, Y.: "L'Eocène subbriançonnais au NE du massif d'Argentera". Compt. Rend. Soc. Géol. France. 1955.
38. GUILLEAUME, A.: "Géologie de la dorsale comprise entre la Vermenagna et le Val Grande et du massif Bric dell'Omo-Monte Sapé (Province de Cuneo, Italia)". Compt. Rend. Ac.Sc., 1960.
39. GUILLEAUME, A.: "Sur les Flysch du massif du Marguarais et de ses abords (Alpes Maritimes) mise au point des données actuelles". Boll. Soc. Geol. Ital., vol. XXX, Fasc. 4, 1961
40. HAGN, H.: "Fazies und Mikrofauna der Gesteine der Bayrischen Alpen". Leiden, E.J. Brill 1955.
41. HAUG, E.: "Les grands charriages de l'Embrunais et de l'Ubaye". IX. Congr. Géol. Int. Vienne 1903.
42. HAUG, E.: "Contribution à une synthèse stratigraphique des Alpes Occidentales". Bull. Soc. Géol. France. 1925.
43. KOBER, L.: "Bau und Entstehung der Alpen, Wien 1955".
44. KRAUS, E.: "Baugeschichte der Alpen". Teil I und II. Akademie Verlag Berlin. 1952.
45. KUENEN, PH.H.: "Turbidity currents of high density". Int. Geol. Congr. London, Part VIII, 1950.
46. KUENEN, PH.H. und MIGLIORINI, C.I.: "Turbidity currents as a case of Graded Bedding". Journ. Geol., vol.58, 1950.
47. KUENEN, PH.H., FAURE-MURET, A., LANTEAUME, M. und FALLOT, P.: "Observations sur les Flyschs des Alpes Maritimes, françaises et italiennes".

48. LANTEAUME, M.: "Les dislocations de la série autochtone dans le bassin de La Brigue de Tende".
Compt. Rend. Ac. Sc., 12 Mars 1956.
49. LANTEAUME, M.: "L'allochtone dans le bassin de La Brigue de Tende". Compt. Rend. Ac. Sc.,
4 Avril 1956,
50. LANTEAUME, M.: "Schéma structural des Alpes maritimes Franco-Italiennes".
Bull. Soc. Géol. France, ser. (6), 8, 1958.
51. LANTEAUME, M. et HACCARD, D.: "Stratigraphie et variations des facies des formations constitutives de la nappe du Flysch à Helminthoides des Alpes - Maritimes Franco - Italiennes".
Boll. Soc. Geol. Ital., vol. XXX, Fasc. 3, 1961.
52. LUGEON, M. und ARGAND, E.: "Sur les grandes nappes de recouvrement de la zone du Piemont".
Compt. Rend. Ac. Sc., 1905.
53. MALARODA, R.: "Studi geologici sulla dorsale montuosa compresa tra le Basse Valli della Stura di Demonte e del Gesso (Alpi marittime)".
Mem. Ist. Geol. Miner. Univ. Padova, 1957.
54. PARETO, L.: "Cenni geologici sulla Liguria marittima".
Genova 1846.
55. PLESSMANN, W. und WUNDERLICH, H.G.: "Eine Achsenkarte des Westalpenbogens". N. Jb. Geol. Pal.,
Stuttgart 1961.
56. RAATZ, D.: "Die Geologie der Flyschzone nordwestlich des Colle di Tenda. Provinz Cuneo/Piemonte, Italien. "Unveröff. Dipl.-Arb. Freie Univ. Berlin 1961.
57. RAATZ, D.: "Stratigraphie und Tektonik der Flyschzone nördlich des Colle di Tenda. Provinz Cuneo/Piemonte, Italien". Diss. Freie Univ. Berlin 1963.
58. RICHTER, D.: "Tektonische Stockwerke im Flysch der Ligurischen Alpen". Abh. dtsh. Akad. Wiss. Berlin Festschrift 70. Geburtstag E. Kraus, 1960.

59. RICHTER, M.: "Zum Problem der alpinen Gipfelflur".
Ztschr. f. Geomorph., Bd. L V, H. 3-4, 1929.
60. RICHTER, M. und SCHÖNENBERG, R.: "Über den Bau der
Lechtaler Alpen". Z.d.g.G., Band 105, 1953
61. RICHTER, M.: "Über Dehnung und Längung der Gebirge
während der Faltung". Geologie, Jhrg. 7, 1958.
62. RICHTER, M.: "Über den Bau der Ligurischen Alpen.
I. Das Fenster von Castelveccchio".
N.Jb. Geol. Pal., Abh., Bd. 107, H. 3, 1959.
63. RICHTER, M.: "Über den Bau der Ligurischen Alpen.
II. Der Flysch des Gebietes San Remo-Alassio".
N. Jb. Geol. Pal., Abh., Bd. 110, H. 2, 1960.
64. RICHTER, M.: "Über den Bau der Ligurischen Alpen.
III. Tektonik und Stellung der Flyschzone".
Z.d.g.G., 113, 1, 1961.
65. ROVERETO, G.: "Liguria Geologica".
Mem. Soc. Geol. Ital., vol. 2, 1939.
66. SACCO, F.: "I Monti di Cuneo tra il gruppo della
Besimauda e quello dell'Argentera". Atti R. Accad.
Sc. Torino, vol. 42, 1907.
67. SCHERLER, P.-CH.: "Geologie der Flyschzonen zwischen
Monte Garbella und Monte Bianco bei Vernante,
Provinz Cuneo/Piemonte (Italienische Meeralpen)".
Unveröff. Dipl.-Arb. Freie Univ. Berlin 1961.
68. SCHNEEGANS, D.: "La Géologie des nappes de l'Ubaye-
Embrunais", Mém. Carte Géol. France, 1938.
69. SCHNEEGANS, D.: "Observations sur les racines de la
Nappe de l'Ubaye dans la vallée de la Stura
(Alpes italiennes)". Compt. Rend. Soc. Géol. France
1933.
70. SEILACHER, A.: "Zur ökologischen Charakteristik von
Flysch und Molasse".
Ecl. Geol. Helv., vol. 51, Nr. 3, 1958.
71. STANLEY, D.J.: "Etudes sédimentologiques des Grès
d'Annot et de leurs équivalents latéraux".
Inst. Franç. du Pétrole, 1961.

72. STAUB, R.: "Der Deckenbau Korsikas und sein Zusammenhang mit Alpen und Apennin".
Vjschr. Naturf. Ges. Zürich, 38, 1928.
73. STAUB, R.: "Gedanken zum Bau der Westalpen zwischen Bernina und Mittelmeer". Teil I und II.
Vjschr. Naturf. Ges. Zürich, 1937 und 1942.
74. STAUB, R.: "Über die Beziehungen zwischen Alpen und Apennin und die Gestaltung der alpinen Leitlinien Europas". Ecl. Geol. Helv., vol. 44, Nr. 1, 1951.
75. TRÜMPY, R.: "Paleotectonic Evolution of the Central and Western Alps". Bull. Geol. Soc. America, Vol. 71, 1960.
76. ZACCAGNA, D.: "Sulla geologica delle Alpi occidentali". Boll. R. Com. Geol. Ital., 1887.
77. ZAPPI, L.: "Il Cretaceo subbrianzone di dell'alta Val Grande (Alpi Marittime)". Accad. Naz. Lincei, ser. VIII, vol. XXVIII, fasc. 6, 1960.



Lebenslauf

Am 21.7.1935 wurde ich, Peter-Christoph Scherler, als Sohn des verstorbenen Ministerialrats Gerhart Scherler und seiner Ehefrau Marianne, geb. Antoine, in Berlin geboren.

Von 1941 bis 1945 besuchte ich die Volksschulen in Berlin-Wilmersdorf und Caputh bei Potsdam.

Von 1946 bis 1949 war ich Schüler des Progymnasiums Meersburg am Bodensee und anschließend an der Walther-Rathenau-Schule in Berlin-Grunewald, wo ich im Februar 1954 die Reifeprüfung ablegte.

Anschließend absolvierte ich eine einjährige Praktikantenzeit im Bergbau unter der Leitung des Oberbergamtes Clausthal-Zellerfeld. Ich habe im Steinkohlen-, Erz- und Kali-bergbau und im Erdöl gearbeitet.

Im April 1955 ließ ich mich an der Freien Universität Berlin für die Fachrichtung Geologie der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät immatrikulieren. Ich beendete das Studium im Juli 1961 mit der Diplomprüfung.

Meine Lehrer an der Freien Universität waren die Herren Professoren: M. Richter, R. Schönenberg, G. Bischoff (Geologie, Paläontologie), K.R. Mehnert (Mineralogie), K.F. Jahr, W. Lautsch (Chemie), H. Lassen, R. Honerjäger (Physik), E. Fels, R. Meckelein, J.H. Schultze (Geographie), W. Ulrich, K. Günther (Zoologie) und die Herren Dozenten: W. G. Kühne (Paläontologie), K. Kohler (Mineralogie).

Lehrstuhl

Am 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den das Fachgebiet "Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

den 1.7.1977 wurde der Lehrstuhl für

